

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم و تحقیقات تهران

دانشکده علوم و فنون دریایی گروه بیولوژی دریا

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا گرایش: بوم شناسی
دریا (SC.M)

عنوان

بررسی و مقایسه میزان تجمع آلاینده های فلزات سنگین سرب و کادمیوم
در بافت نرم و سخت توتیای غالب سواحل صخره ای قشم

Echinometra mathaei

استاد راهنما

دکتر علی ماشین چیان مرادی

استادان مشاور

دکتر غلامحسین وثوقی

دکتر محمد هادی گیویان راد

نگارنده

الهه علی عسگری

سال تحصیلی ۱۳۸۹-۱۳۹۰

تشکر و قدردانی

نهایت شکر و سپاس نثار آفریگار که لطف و یاریش همراه همیشگی بندگانش است. با عنایت به اینکه این تحقیق، بدون راهنمایی و مساعدت استادان ارجمند میسر نبود، اینجانب برای انجام آن از راهنمایی های استادان گرامی بهره های بسیاری برده ام. در اینجا لازم می دانم که از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر ماشین چیان که استاد راهنمای این تحقیق بوده اند نهایت تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم. همچنین از آقایان دکتر وثوقی و دکتر گیویان راد که به عنوان استادان مشاور در این راه همراهی ام کردند نهایت قدردانی را انجام دهم.

همچنین تشکر و قدردانی از :

✓ آقای دکتر محمد رضا فاطمی به خاطر راهنمایی های هوشمندانه و کمک های بسیار ایشان.

✓ کارشناس محترم بیولوژی دریا علوم و تحقیقات تهران، آقای مهندس محسنیان به خاطر فراهم کردن امکانات لازم در آزمایشگاه

تقدیم به :
خانواده مهربانم به خاطر تحمل و کمک های بی دریغشان

فهرست مطالب

فصل اول : کلیات

۱	۱- موقعیت منطقه مورد بررسی
۱	۱-۱- موقعیت خلیج فارس
۱	۲- موقعیت جزیره قشم.
۲	۱-۲- مساحت جزیره..
۲	۲-۲- زمین شناسی قشم.
۳	۲-۳- سواحل
۳	منابع آلوده کننده خلیج فارس و جزیره قشم
۶	۳- شاخه خارپوستان
۶	۱-۳- اختصاصات این شاخه
۷	۲-۳- موقعیت شاخه خارپوستان در سلسله جانوری و رده بندی آن
۸	۳-۳- ویژگی های خارپوستان
۸	۱-۳-۳- ساختمان بدن
۸	۲-۳-۳- حفره عمومی
۸	۳-۳-۳- حرکت
۹	۴-۳-۳- تغذیه و گوارش
۹	۵-۳-۳- دفع
۹	۶-۳-۳- تنظیم فشار اسمزی
۹	۷-۳-۳- تنفس
۹	۸-۳-۳- اندامهای حسی
۱۰	۹-۳-۳- تولید مثل
۱۰	۴-۳- رده خارسانان
۱۰	۱-۴-۳- خصوصیت ریختی و توتیای دریایی
۱۲	۲-۴-۳- آناتومی
۱۴	۳-۴-۳- تفارن شعاعی ۵ گانه
۱۵	۴-۴-۳- تغذیه
۱۶	۴- آلودگی آب
۱۶	۱-۴- تعریف آلودگی آب

۱۶	۲-۴- عوامل آلوده کننده آب
۱۶	۱-۲-۴- سرب
۱۶	۲-۲-۴- تاریخچه
۱۷	۳-۲-۴- خصوصیات سرب
۱۷	۴-۲-۴- کاربردهای سرب
۱۷	۵-۲-۴- اثرات سرب بر روی جانداران
۱۸	۳-۴- کادمیوم
۱۸	۱-۳-۴- خصوصیات کادمیوم
۱۸	۲-۳-۴- کاربردهای کادمیوم
۱۹	۳-۳-۴- اثرات کادمیوم بر روی جانداران
۲۰	۵- سوابق تحقیق
	فصل دوم : روش کار
۲۳	۲-۱- تعیین ایستگاه های نمونه برداری
۲۴	۲-۲- بیومتری از توتیا
۲۴	۲-۳- تفکیک نمونه ها جهت انتقال به آزمایشگاه
۲۵	۲-۴- آماده سازی نمونه ها.
۲۵	۲-۵- مراحل آماده سازی نمونه ها و خشک کردن آنها
۲۷	۲-۶- هضم کردن نمونه ها
۲۸	۲-۷- روش تهیه محلول استاندارد
۳۰	۲-۸- رقیق سازی محلول های کادمیوم و سرب
۳۱	۲-۹- روشهای اندازه گیری فلزات سنگین
۳۲	۲-۱۰- روش کار دستگاه جذب اتمی
۳۳	۲-۱۱- آنالیز آماری نمونه ها
۳۳	۲-۱۲- نتایج هضم و آنالیز شیمیایی نمونه ها

فصل سوم : نتایج

- ۳۵ ۳-۱- نتایج حاصل از بیومتری
- ۳۸ ۳-۲- نتایج حاصل از میزان غلظت فلز سرب در نمونه ها خشک توتیا
- ۴۵ ۳-۳- نتایج حاصل از میزان غلظت فلز کادمیوم در نمونه ها خشک توتیا
- ۵۰ ۳-۴- بررسی وجود روابط همبستگی

فصل چهارم : بحث و نتیجه گیری

- ۶۲ ۴-۱- بررسی فرضیات تحقیق
- ۶۳ ۴-۲- نتایج حاصل از بررسی روابط همبستگی
- ۶۷ ۴-۳- مقایسه نتایج بدست آمده با مطالعات پیشین

- ۷۱ جمع بندی
- ۷۲ پیشنهادات
- ۷۳ منابع فارسی
- ۷۳ منابع لاتین
- ۷۵ منابع اینترنتی

فهرست جداول

- ۳۸- ۱- جدول موقعیت جغرافیایی سواحل نمونه برداری شده
- ۴۹- ۲- جدول نتایج حاصل از بیومتری و نحوه توزیع و گروه بندی نمونه های توتیا جهت انجام آزمایشات
- ۵۰- ۳- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت نرم
- ۵۰- ۴- جدول مقایسه میزان غلظت سرب در بافت نرم توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۰- ۵- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت نرم توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۱- ۶- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت نرم
- ۵۱- ۷- جدول مقایسه میزان غلظت کادمیوم در بافت نرم توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۱- ۸- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت نرم توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۲- ۹- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت
- ۵۲- ۱۰- جدول مقایسه میزان غلظت فلز سرب در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۲- ۱۱- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۳- ۱۲- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت
- ۵۳- ۱۳- جدول مقایسه میزان غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۳- ۱۴- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۴- ۱۵- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (فانوس ارسطو)
- ۵۴- ۱۶- جدول مقایسه میزان غلظت فلز سرب در بافت سخت (فانوس ارسطو) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۵- ۱۷- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (پای لوله ای- خار)
- ۵۵- ۱۸- جدول مقایسه میزان غلظت فلز سرب در بافت سخت (پای لوله ای- خار) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۵- ۱۹- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت سخت (پای لوله ای- خار) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۶- ۲۰- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (فانوس ارسطو)
- ۵۶- ۲۱- جدول مقایسه میزان غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت (فانوس ارسطو) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۶- ۲۲- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (فانوس ارسطو) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۷- ۲۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (پای لوله ای- خار)
- ۵۷- ۲۴- جدول مقایسه میزان غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت (پای لوله ای- خار) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۷- ۲۵- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (پای لوله ای- خار) توتیای بومی سواحل قشم
- ۵۸- ۲۶- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (Test - پوسته خارجی)
- ۵۸- ۲۷- جدول مقایسه میزان غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) توتیای بومی سواحل قشم...
- ۵۸- ۲۸- جدول مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) توتیای بومی سواحل قشم
- ۶۰- ۲۹- جدول غلظت میانگین فلز سرب در نمونه خشک جلبک
- ۶۰- ۳۰- جدول غلظت میانگین فلز کادمیوم در نمونه خشک جلبک

فهرست شکل ها

- ۱-۱- شمایی کلی از منطقه مورد بررسی (خلیج فارس) ۱
- ۱-۲- موقعیت مکانی جزیره قشم در خلیج فارس ۱۰
- ۱-۳- انواع خارپوستان ۱۶
- ۱-۴- یک گونه از رده ستاره های پرسان ۱۷
- ۱-۵- یک گونه از رده لاله های دریایی ۱۷
- ۱-۶- نمایی از اندامهای داخلی خیار دریایی ۱۸
- ۱-۷- نمایی از اندامهای داخلی ستاره دریایی ۱۹
- ۱-۸- نمایی از اندامهای داخلی مارسانان ۲۰
- ۱-۹- شکل ظاهری از توتیا ۲۱
- ۱-۱۰- شکل ظاهری از غذای طبخ شده از توتیا ۲۲
- ۱-۱۱- شکل ظاهری از اندامهای داخلی توتیا ۲۳
- ۱-۱۲- شکل ظاهری از فانوس ارسطو در توتیا دریایی ۲۳
- ۱-۱۳- اجزای مختلف پوسته در توتیای دریایی ۲۴
- ۱-۱۴- اجزای مختلف پوسته در توتیای دریایی ۲۴
- ۱-۱۵- اجزای مختلف سیستم راسی در توتیای دریایی ۲۵
- ۱-۱۶- شکل ظاهری از تقارن پنج گانه در انواع توتیا ها ۲۶
- ۱-۱۷- نحوه گرفتن مواد غذایی توسط توتیا ۲۶
- ۱-۱۸- پاهای لوله ای در توتیای دریایی ۲۷
- ۱-۱۹- شکل ظاهری از صفحه مادرپورایت ۲۷
- ۳-۱- بیومتری از توتیا ۳۹
- ۳-۲- اندازه گیری وزنی از توتیا ۳۹
- ۳-۳- یک نمونه از توتیای باز شده ۴۰
- ۳-۴- بافت های نرم و سخت جدا شده توتیا ۴۰
- ۳-۵- بافت های سخت توتیا به تفکیک خار - پوسته خارجی و فانوس ارسطو ۴۱
- ۳-۶- بافت های سخت و نرم آماده ی توتیا در آون ۴۱
- ۳-۷- قرار دادن بافت های سخت و نرم توتیا بعد از خروج از آون در دسیکاتور ۴۱
- ۳-۸- هضم کردن نمونه ها در اسید ۴۲
- ۳-۹- حرارت دادن نمونه ها روی هیتر با دمای ۹۰ درجه سانتی گراد ۴۲
- ۴-۱- مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۱ ۶۰
- ۴-۲- مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۲ ۶۱
- ۴-۳- مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۳ ۶۱
- ۴-۴- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا ۶۲
- ۴-۵- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت سخت توتیا ۶۲
- ۴-۶- نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت و نرم توتیا ۶۳

- ۶۳-۴-۷- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بافت سخت و نرم توتیا
- ۶۴-۴-۸- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت پوسته خارجی توتیا
- ۶۴-۴-۹- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت پوسته خارجی توتیا
- ۶۵-۴-۱۰- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در فانوس ارسطو توتیا
- ۶۵-۴-۱۱- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین خار و پوسته خارجی توتیا

چکیده:

تحقیق حاضر به منظور تعیین و اندازه گیری میزان غلظت و تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم و بافت سخت (بافت سخت به سه قسمت مجزا تقسیم گردید خار، پوسته خارجی و فانوس ارسطو) توتیا غالب سواحل صخره‌های جزیره قشم انجام گردید. توتیای غالب *Echinometra mathaei* گزارش گردید، اهداف مورد نظر مقایسه میزان غلظت این فلزات در بافت های فوق و مقایسه آن با میزان غلظت فلزات سرب و کادمیوم در جلبک مورد تغذیه توتیا بوده است. جهت استخراج فلزات سنگین از بافت های مختلف توتیا از روش استاندارد MOOPAM استفاده گردید و تعیین غلظت این فلزات بوسیله دستگاه جذب اتمی انجام گردید. این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرب در بافت نرم، سخت، فانوس ارسطو، خار و پوسته خارجی به ترتیب عبارت است از : ۲۱-۲۸/۱-۲۰/۵-۲۰/۸-۲۳/۹ میلی گرم بر گرم در نمونه وزن خشک می باشد و میانگین غلظت کادمیوم نیز در بافت نرم، سخت، فانوس ارسطو، خار و پوسته خارجی به ترتیب عبارت است از : ۷/۹-۵/۰۱-۴/۰۶-۴/۲-۵/۵۳ میلی گرم بر گرم در نمونه وزن خشک می باشد. نتایج حاصله نشان دهنده آن بود که در ایستگاه های مورد مطالعه اختلاف معنی داری بین میزان آلاینده های مورد نظر در بافت نرم، سخت و سایر بافتها مورد مطالعه نبوده است. و بیشترین میزان تجمع کادمیوم در بافت سخت مشاهده گردید و بیشترین ضریب همبستگی برای عنصر سرب بین جلبک و بافت سخت مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: آلودگی، بافت های مختلف توتیا، سواحل صخره‌ای، سرب، کادمیوم

مقدمه:

فلزاتی که در فهرست مواد سمی قرار می گیرند عبارتند از آلومینیم ، آرسنیک، برلیوم ، کبالت ، کادمیم ، مس ، کروم ، آهن ، سرب ، منگنز ، جیوه ، نیکل ، سلنیم ، تالیم ، قلع ، تیتانیم و روی . برخی از این فلزات نظیر کروم و آهن جزو عناصر ضروری در جیره غذایی روزانه انسان هستند اما دوزهای بالای این فلزات بسیار سمی است. برخی از این عناصر از طریق دستگاه تنفسی وارد بدن می شوند مانند سرب و برخی دیگر از طریق غذا جذب می گردند که میزان جذب این عناصر در بدن بستگی به نوع فلز دارد. برخی نمکهای فلزی مانند نمکهای سرب ، قلع ، کادمیوم به مقدار اندک جذب می شود مهمترین اندام جذب کننده عناصر سنگین کلیه ها هستند ، در حقیقت کلیه ها را می توان صافیهای بسیار پیچیده ای در نظر گرفت که وظیفه جذب مواد سمی از خون را به عهده دارند. کادمیم ، سرب و جیوه از جمله فلزاتی هستند که در گروه نفروتوکسینها قرار می گیرند . تقریباً تمام فلزات سنگین در بدن عوارض سوئی به جای می گذارند که از آن جمله می توان به اختلال سیستم عصبی ، کلیوی ، ایجاد جهشهای ژنتیکی و غده ها اشاره کرد. امروزه استفاده از روشهای زیستی برای پایش آلاینده ها کاربرد بیشتری دارد و به عنوان روشی جایگزین با هزینه کمتر و راندمان بهتر نسبت به روشهای متداول شیمیایی مطرح می باشد. یکی از راههای پایش زیستی بررسی و مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت های مختلف توتیا دریایی است.

بنا به پیشنهاد سازمانهای FAO ، UNESCO ، WHO ، UN و IMO آلودگی دریا عبارت است از وارد کردن مستقیم یا غیر مستقیم مواد یا انرژی به محیط زیست دریا توسط انسان که تأثیرات زیانباری بر منابع زیست دریا داشته باشدو با اختلال در فعالیتهای دریایی نظیر جنبه های شیلاتی کاهش کیفیت آب یا از بین بردن جذابیت دریا و همچنین هر گونه خطری مرتبط با سلامت و بهداشت انسان را در بر داشته باشد. برخی از آلودگیهای وارد شده به منابع آبی به تدریج قابل بازگشت به حالت اولیه و خارج شدن از چرخه آلودگی میباشند و اگر چه اکوسیستم را به مخاطره می اندازند ، ولی حیات انسانهای مصرف کننده از این منابع آبی را مورد تهدید قرار نمی دهند ، اما در این میان آلودگیهایی وجود دارد که نه تنها از چرخه آلودگی خارج نمی شوند بلکه به تدریج افزایش یافته و می تواند حیات انسانها را نیز با خطر جدی روبرو سازد . فلزات سنگین از جمله این آلودگیهاست که هیچگونه مکانیسم تکامل یافته ای برای حفاظت انسان و موجودات زنده در برابر آن وجود نداشته و تنها از طریق حذف یا تقلیل ورود این عناصر به محیط می توان از ضایعات آن جلوگیری کرد ضمن اینکه ظرفیت فلزات سنگین در آب دریا تغییر کرده و تحت تاثیر نوسانات شوری قرار می گیرد یا اینکه فلزات به همراه مواد آلی کمپلکسهایی را تشکیل می دهند که سمی تر از ترکیبات معدنی آنهاست بنابراین با توجه به موارد یاد شده لزوم پایش آلودگی و تجمع زیستی در موجودات و مناطق مختلف دریایی وجود دارد.

در تحقیق حاضر سعی بر آن بود تا بتوان میزان آلاینده های سرب و کادمیوم را در بافت های نرم و سخت توتیا به تفکیک اندازه گیری نمود و بررسی کرد آیا اینکه می توان از توتیا به عنوان شاخص زیستی مناسبی برای ارزیابی زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین در سواحل صخره ای استفاده نمود .

Assessment of seawater pollution by heavy metals (lead & Cadmium) in the Qeshm rocky shore: use of the sea urchin, *Echinometra mathaei* , as a bioindicator

Elahe ali asgari

Abstract

The general purpose of this study is investigating the degree of heavy metal accumulation in hard and soft tissue of sea urchin, and determining these tissues as the most suitable bioindicator for lead and cadmium in the environment of the sampling stations. The way of doing this assessment was MOOPAM. Samples were prepared and classified according to sea urchin organ (soft tissue, hard tissue, Tube feet, Test, Lantern Structure and spines) and then lead and cadmium were measured in them. Result of this study shows that hard tissue is a better index of lead and cadmium than soft tissue. The result of bioaccumulation of lead in the related tissue was found to be in the following order:

Soft tissue=21, hard tissue=28.1, Test=20.8, Lantern Structure=20.5 and spines=23.9

The result of bioaccumulation of cadmium in the related tissue was found to be in the following order:

Soft tissue=9.7, hard tissue=5.01, Test=4.2, Lantern Structure=4.06 and spines=5.53

Key words: pollution, different part of sea urchin organ, lead, cadmium, rocky shore

فصل اول

کلیات

۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

۱-۱- موقعیت خلیج فارس

خلیج فارس یک دریای حاشیه ای است که به طور کامل روی فلات قاره قرار دارد و سراشیبی آن هم در خلیج عمان است. خلیج فارس با مساحت ۲۲۵۰۰۰ کیلومتر مربع، عرض های متفاوت دارد. کمترین عرض آن ۱۸۰ کیلومتر و بیشترین عرض آن ۳۰۰ کیلومتر است. طول خلیج فارس از دهانه اروندرود تا تنگه هرمز ۹۰۰ کیلومتر است. عمق آب های خلیج فارس به طور متوسط در شرق بین ۵۰ تا ۸۰ متر و در غرب حدود ۱۰ تا ۳۰ متر است. ژرف ترین نقطه خلیج فارس گودالی است به عمق ۹۳ متر که در ۱۵ کیلومتری جنوب جزیره تنب بزرگ واقع شده است. خلیج فارس از مراکز مهم صید ماهی و مروارید است و در کف آن توده های وسیع مرجانی دیده می شود. به علت ادامه طبقات نفت خیز زاگرس به سمت جنوب، در لایه های زیرین خلیج فارس منابع مهم نفت و گاز وجود دارد که بخش بزرگی از آن به بهره برداری رسیده است. به علت پهنای کم تنگه هرمز، جزر و مد خلیج فارس همیشه اندکی عقب تر از جزر و مد دریاهای آزاد صورت می گیرد.

تنگه هرمز یکی از مهمترین راه های آبی جهان است. این تنگه، ارتباط ۹۰۰ کیلومتر راه آبی جنوب کشور را به آب های آزاد جهان- از طریق دریای عمان- میسر می سازد. تنگه هرمز نزدیک به ۵۵ کیلومتر عرض دارد و عمیق ترین نقطه آن (در شمال جزیره مسندام) ۱۸۲ متر است.

۲- موقعیت جزیره قشم :

قشم نام جزیره ای است خلیج فارس و در استان هرمزگان ایران است. این جزیره در دوران ساسانیان ابرکاوان نام داشته است.

موقعیت جغرافیایی قشم این جزیره از شمال به شهر بندرعباس، مرکز بخش خمیر و قسمتی از شهرستان بندر لنگه، از شمال شرقی به جزیره هرمز، از شرق به جزیره لارک، از جنوب به جزیره هنگام و از جنوب غربی به جزایر تنب بزرگ و کوچک و ابوموسی محدود می گردد. فاصله جزیره قشم (از بندر قشم) تا بندرعباس ۱۰/۸ مایل (۲۰ کیلومتر)، تا بندر هرمز ۹/۷۲ مایل (۱۸ کیلومتر)، جزیره لارک (تا مرکز دهستان لارک) ۴/۸۵ مایل (۹ کیلومتر)، تا جزیره بوموسی ۸۸/۰۱ مایل (۱۶۳ کیلومتر) و جزیره تنب بزرگ ۶۱/۵۵ مایل (۱۱۴ کیلومتر) است.

۲-۱- مساحت جزیره

مساحت جزیره ۱۴۹۱ کیلومتر مربع، حدود ۲/۵ برابر دومین جزیره بزرگ خلیج فارس یعنی بحرین است. طول جزیره از بندر قشم، تا بندر باسعیدو در انتهای جزیره را در منابع مختلف بین ۱۰۰ تا ۱۳۰ کیلومتر تخمین زده‌اند و بیشتر روی طول ۱۱۵ و ۱۲۰ کیلومتر تکیه شده‌است. در گزارش توجیهی اجرای قانون تعاریف، طول سراسری جزیره قشم را ۱۲۰ کیلومتر ذکر کرده‌اند. عرض جزیره، در نقاط مختلف متفاوت بوده و به‌طور متوسط دارای سه عرض: کم (بین طبل و سلخ)، زیاد (بین لافت کهنه و شیب دراز) و متوسط (در منطقه اسکان) است. با این وجود، عرض متوسط جزیره قشم را ۱۱ کیلومتر می‌توان محسوب داشت.



شکل ۱-۲- موقعیت جزیره قشم در خلیج فارس
(fa.wikipedia.org)

۲-۲- زمین شناسی قشم

تاریخچه زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه: بخش شمالی خلیج فارس قسمتی از بخش جنوب شرقی زون ساختاری زاگرس را تشکیل می‌دهد که با روند کمربند چین‌خورده - راندگی شمال غربی - جنوب شرقی در اثر آخرین فاز کوه‌زایی آلپین در پلیو - پلیستوسن چین‌خورده و دگرریخت شده‌است. سازندهای زمین‌شناسی این کمربند ممکن است محدوده سنی دیرینه‌زیستی پیشین تا ترشیاری داشته باشند و شامل دیابیرهای منسوب به پالئوزوئیک پیشین به نام سری هرمز بوده که تا عهد حاضر به طرف سازندهای بالایی و تا روی زمین فعال بوده‌اند. بر اساس نظر اکثریت زمین‌شناسان این منطقه از نظر تکتونیکی از زمان ترشیاری پسین به عنوان ناحیه فعال تکتونیکی بخش جنوبی پیشانی دیگر ریختی یا کمربند همگرایی (بین‌النهرین و حوزه خلیج فارس) و همچنین حاشیه‌های صفحه فشارشی و برخوردی قاره ایران - عربی، فعال بوده‌است.

۲-۳- سواحل

جزیره قشم با وسعتی نزدیک به ۱۵۰۰ کیلومتر مربع، بیشترین سواحل و کرانه‌ها را در بین جزایر خلیج فارس به خود اختصاص می‌دهد. سواحل زیتون، سیمین، جزایر ناز، سوزا، مسن، شیب‌دراز، سلخ و دوستکو از دیدنی‌ترین سواحل جزیره قشم محسوب می‌شوند. از ویژگی‌های ساحل شناختی این جزیره، تنوع سواحل صخره‌ای، ماسه‌ای و گلی آن است که چنین خصوصیتی به‌طور یک جا در کمتر جزیره‌ای یافت می‌شود. سواحل شنی و ماسه‌ای نقره‌فام و سیمین براق نیز از دیگر انواع سواحل در جزیره قشم محسوب می‌شوند.

ساحل صخره‌ای زیتون، ساحل شنی سیمین و سواحل گلی لافت و جنگل‌های حرا تنوع سواحل قشم را نشان می‌دهند. ساحل صخره‌ای ریگو معروف به ساحل لاکپشت‌ها نیز از دیگر سواحل زیبای جزیره قشم است که لاکپشت‌ها در آنجا برای نفس‌گیری و تغذیه به روی آب می‌آیند.

۲-۴- منابع آلوده کننده خلیج فارس و جزیره قشم

با توجه به فعالیت های موجود در منطقه، آلودگی منطقه را به سه گروه زیر می توان تقسیم نمود:

الف) آلودگی های ناشی از فعالیت های شهری و کشاورزی

این آلودگی ها بیشتر شامل فاضلاب های خانگی و فاضلابهای ناشی از از بعضی از مشاغل مثل تخلیه زباله ها در نواحی ساحلی (مخصوصا در منطقه جزر و مدی ساحل بندر عباس) می باشد، که از طریق مجاری و کانال های میان شهری به طور مستقیم و غیر مستقیم (از طریق خورهای شهری) وارد خلیج می شوند. آلودگی های ناشی از استفاده از سموم کشاورزی غیر استاندارد و کودهای شیمیایی که پس از بارندگی از طریق خورهای موجود در منطقه (خور شیلات، خور مخابرات و ...) وارد خلیج می شوند.

ب) آلودگی های ناشی از منابع موجود در منطقه

به طور کلی در سطح استان هرمزگان تعداد ۲۰۹ کارگاه صنایع غذایی، ۵۷ کارگاه صنایع فلزی، ۲۶۱ کارگاه صنایع و مصالح ساختمانی، ۸۱ کارگاه صنعت چوب و ۲۵ کارگاه صنایع متفرقه وجود دارد، اسامی صنایع و تاسیسات مهم به شرح زیر می باشد:

- نیروگاه برق توانیر (واقع در جاده اسکله رجایی بندر عباس)
 - نیروگاه برق موجود در جزیره قشم
 - کشتی سازی خلیج فارس (واقع در منطقه گچین در ۳۱ کیلومتری غرب بندر عباس)
 - لنج سازی (واقع در جزیره قشم در روستاهای گوران، لافت، دولاب)
 - لنج سازی واقع در بندر خمیر (روستای پل، جنب اداره گمرک)
 - کارگاه قایق سازی فایبرگلاس (جزیره قشم، جنب ژاندارماری)
 - قایق سازی فایبر گلاس واقع در جزیره هرمز
 - کارخانه تولید پودر ماهی سازی در جزیره قشم (روستای تولا)
 - کارخانه کنسرو سازی ماهی واقع در جزیره هرمز
 - پالایشگاه نفت بندر عباس
 - اسکله ها و تاسیسات بندر عباس
 - تاسیسات بزرگ شیلاتی
 - کلیه کارخانه ها و تاسیساتی که در جزیره قشم در حال راه اندازی می باشند و یا راه اندازی شده اند.
- آلودگی های ناشی از معادن موجود در منطقه که شامل، آلودگی های طبیعی و غیر طبیعی ناشی از اکتشاف، استخراج و حمل و نقل می باشند که عبارتند از :
- معادن موجود در سواحل شرقی بندر عباس، که شامل معادن آهن (در میانه بندر عباس)، خاک رس، نمک، سرب، گوگرد، قلع، کرومیت، گچ، زاج، شن و ماسه و سنگهای ساختمانی و صنایع عظیمی از گاز می باشد. معادن موجود در جزیره قشم عبارتند از : معادن آهن، سرب، گوگرد، خاک سرخ، گاز، نفت سیاه، نمک، لایه های گچ و در قسمت سنگ رسوبی بالای گنبد گوگرد و سولفور فلزات دو ظرفیتی مانند آهن و سرب پیریت و گالن پراکنده وجود دارند.

ج) آلودگی های ناشی از صنعت نفت شامل

- آلودگی های ناشی از اکتشاف، استخراج و انتقال نفت
- آلودگی های ناشی از وجود ترمینالهای تخلیه و بارگیری مواد نفتی (جزیره لارک)
- آلودگی های ناشی از پالایشگاه نفت
- آلودگی های ناشی از حمل و نقل سوانح دریایی
- آلودگی های ناشی از نشت نفت (طبیعی و غیر طبیعی)
- آلودگی ناشی از تخلیه آب توازن کشتی ها

۳- خارپوستان

شاخه خارپوستان یکی از شاخه‌های مهم جانوران بی‌مهره محسوب شده و در بردارنده 8000 گونه زنده و حدود ۳۰۰۰۰ گونه فسیل می‌باشد. این گروه از جانوران تماماً دریازی بوده و در اعماق مختلف و آب و هوایی متفاوت به سر می‌برند. منشأ خارپوستان به دوره کامبرین، یعنی حدوداً ۶۰۰ میلیون سال قبل برمی‌گردد. از این گروه از جانوران ۶ رده باقی مانده است.

۳-۱- اختصاصات شاخه خارپوستان

- ۱- تقارن شعاعی دارند.
- ۲- بدن از اپیدرم نازک و ظریفی پوشیده شده است. اپیدرم روی یک اسکلت درونی محکم مرکب از صفحات آهکی متحرک یا ثابت قرار دارد. معمولاً شکل اسکلت مشخص و دارای خار است. در خیارهای دریایی (Holothuriodea) صفحات آهکی میکروسکوپی هستند.
- ۳- دارای دستگاه عروقی آبی هستند که در حرکت، لمس غذا یا تنفس کاربرد دارد.
- ۴- سلوم مژکدار و معمولاً بزرگ و مایع داخل آن محتوی آمبوسیت‌های آزاد است.
- ۵- لوله گوارش ساده و معمولاً کامل است (برخی فاقد مخرج هستند).
- ۶- دستگاه گردش خون شعاعی ولی کوچک است.
- ۷- تنفس بوسیله برانشی‌های کوچک یا برجستگی‌های پاپولا (Papulae) بیرون آمده از سلوم و در خیار دریایی بوسیله درختهای تنفسی انجام می‌شود.
- ۸- دستگاه عصبی دارای حلقه دور دهانی و اعصاب شعاعی است.
- ۹- جنسهای نر و ماده (باستثنای عده معدودی) و از لحاظ شکل خارجی بهم شبیه هستند، عده‌ای به طور غیر جنسی (تقسیم خود) تولید مثل می‌کنند.
- ۱۰- لاروهای میکروسکوپی، مژکدار، شفاف و معمولاً شنا کننده آزاد می‌باشند. دگردیسی واضحی دارند.
- ۱۱- اکثر آنها قسمتهای از بین رفته را به سرعت ترمیم می‌کنند.
- ۱۲- فاقد سر هستند.
- ۱۳- به طور انحصاری دریازی هستند. (کورائلو، نفیسه. ۱۳۸۷)

۳-۲- موقعیت شاخه خارپوستان در سلسله جانوری و رده بندی آن :

Kingdom:Animalia

Phylum:Echinodermata(Klein, 1734)

Subphylum Echinozoa

Class:Holothuroidea (رده خیاران دریایی)

Class:Ophiocistioidea

Class: Helicoplacoidea

Class:Echinoidea (رده خارسانان)

Subclass Perischoechinoidea

Order Cidaroida (pencil urchins)

Order Cidaroida

Order Bothriocidaroida

Order Echinocystitoida
Order Megalopoda
Order Palaechinoida

Subclass Euechinoidea
Superorder Atelostomata

Order Cassiduloida
Order Spatangoida (heart urchins)

Superorder Diadematacea

Order Diadematoida
Order Echinothurioida
Order Pedinoida

Superorder Echinacea

Order Arbacioida
Order Echinoida
Order Phymosomatoida
Order Salenioida
Order Temnopleuroida

Superorder Gnathostomata

Order Clypeasteroida (sand dollars)
Order Holoctypoida (Barnes, 1982).

۳-۳- ویژگی های خارپوستان

۳-۳-۱- ساختمان بدن

خارپوستان جانورانی با تقارن پنج وجهی می باشند. ۶ راسته خارپوستان از روی شکل ظاهری خود و نحوه قرارگیری صفحات آمبولاکرال که دربردارنده پاهای آمبولاکرال اند و صفحات بین آمبولاکرال که فاقد پا می باشند تشخیص داده می شوند. دهان در مرکز صفحه دهانی قرار گرفته و مخرج در صورت وجود در صفحه مقابل آن واقع شده است.

۳-۳-۲- حفره عمومی

در خارپوستان اساساً سه سلوم وجود دارد. سلوم احشایی، سلوم خونی و سلوم گردش آب. اساس ساختمانی این حفرات عمومی در تمام اعضای شاخه خارپوستان تقریباً یکسان است. حفره عمومی اصلی، سلوم احشایی است که گاهی اوقات توسط توده های بافتی پوشیده می شود نظیر کرینوئیدها و گاهی نیز نظیر افیورئیدها توسط کیسه ها اشغال شده است. فضای احشایی در بازوها نیز امتداد یافته و توسط صفاق دربرگیرنده اندامها کم و بیش تقسیم شده است. باقیمانده سلوم احشایی، متشکل از فضاهای کوچکی است که در ارتباط با سیستم عصبی، خون و غدد تناسلی می باشند.

۳-۳-۳- حرکت

ساختمان پایه و مکانیسم حرکت در تمام خارپوستان تقریباً از یک طرح کلی تبعیت می‌کند. مجاری جانبی که پاها و کانالهای آبی اتصال دارند دارای دریچه‌ای می‌باشند که از برگشت آب به کانال اصلی آب جلوگیری به عمل می‌آورد. پاها و آمبولاکرالاها با سیستم مجاری آبی در ارتباط بوده و توسط بافت پوششی مفروش کننده مجاری آبی پوشیده شده‌اند. هر پا شامل لایه‌های اپیدرم، درم، لایه عضلانی و پوششی از صفاق آمبولاکرالی می‌باشند و آمبولاکرالاها دارای صفاق دور احشایی، بافت پیوندی، بافت عضلانی و پوشش صفاقی هستند که دیواره بدن آنها را تشکیل می‌دهد.

هنگامی که دریچه‌های موجود در مجاری جانبی بسته می‌شوند انقباض عضلات آمبولاکرال موجب رانده شدن آب از آمبولاکرال به درون پاها می‌شود. بافت پیوندی موجود در دیواره پاها مانع از اتساع پاها شده و موجب طول شدن آنها می‌شود. هنگامی که عضلات طولی منقبض شود موجب کوتاه شدن پا و برگشت به درون آمبولاکرال می‌شود. چنانچه عضلات طولی پا منقبض شود موجب کوتاه شدن پا و برگشت مایع به درون آمبولاکرال می‌شود. چنانچه عضلات طولی یک طرف انقباض حاصل کند پا خم خواهد شد.

۳-۳-۴- تغذیه و گوارش

در خارپوستان دستگاه گوارش پیچیدگی زیادی نداشته و ساده‌ترین ساختمان را می‌توان در آمینورویئدها مشاهده نمود. در آمینورویئدها دهان در مرکز غشای پرسیتومی واقع شده و توسط اسکلت بازویی که تشکیل دستگاه آروراه‌ای را می‌دهد پوشیده شده است. به دنبال دهان، مری واقع شده که به معده کیسه‌ای شکلی ختم می‌شود. معده به طرف خارج برآمدگیهایی ایجاد می‌کند که فضای صفحه مرکزی را تقریباً اشغال می‌نمایند. آمینورویئدها فاقد مخرج می‌باشند حال آنکه در آستروئیدها و کرینویئدها روده کامل ولی بسیار ساده است. نحوه تغذیه در خارپوستان مختلف اندکی متفاوت است. مواد غذایی در اثر فعالیت عضلات ابتدای دستگاه گوارش به درون روده راه می‌یابد. در تمام خارپوستان به استثنای هلتورینها، حرکات مژکی مژه‌های سلولهای گاسترودرم نیز در این عمل دخالت می‌کنند. هلتورینها دارای تانتاکولهای کوتاهی در اطراف دهان خود می‌باشند.

۳-۳-۵- دفع

خارپوستان فاقد هر گونه دستگاه دفعی می‌باشد اما دفع مواد زاید به طرق متفاوتی انجام می‌گیرد. اکثر خارپوستان آمونوتلیک (ماده دفعی آنها آمونیاک است) می‌باشند. اما بعضی از آنها ترکیبات زاید دیگری دفع می‌کنند.

۳-۳-۶- تنظیم فشار اسمزی

خارپوستان توانایی کمی در کنترل ورود و خروج آب و نمک از بدن دارند. قسمتهایی از بدن آنها نسبت به آب و کاتیونها و آنیونها نفوذپذیر می‌باشد. از اینروسلولهای تشکیل دهنده سطح بدن برای کنترل ورود و خروج کاتیونها و آنیونها باید انرژی بیشتری در مقایسه با سایر جانوران مصرف کنند.

۳-۳-۷- تنفس

خارپوستان دارای تنفس هوازی می‌باشند اما اکثراً قادر به تنظیم به تغییرات تنفسی نمی‌باشند. میزان جذب اکسیژن در ستاره‌های دریایی و اکینویئدها به میزان اکسیژن موجود در محیط بستگی دارد.

۳-۳-۸- اندامهای حسی

سلولهای عصبی در خارپوستان شبیه سایر بی‌مهرگان می‌باشد یعنی به گودالهای حسی ختم شده و دارای الیافی قاعده‌ای هستند که با شبکه عصبی ارتباط دارد. بعضی موارد این سلولها تشکیل جوانه‌های حسی را می‌

دهند. این سلولها غالباً در غشای پرېستومی یا اطراف معقد و دهان متمرکز شده و تعداد بی‌شماری از آنها نیز نزدیک مخرج یافت می‌شوند.

۳-۳-۹- تولید مثل

تولید مثل در گروه‌های مختلف خارپوستان اندکی متفاوت می‌باشد. جنسها از یکدیگر جدا و لقاح خارجی است.

۳-۴-۱- رده خارسانان (Echinoidea)

توتیا و دلار ماسه‌ای. بدن کروی یا پهن دارند. فاقد بازو هستند. اسکلت داخلی جوش خورده و غیر قابل انعطاف است و سوراخهایی دارد که پاهای لوله‌ای و خارهای متحرک از آنها خارج می‌شوند.



شکل ۱-۹- شکل ظاهري از توتیا
(fa.wikipedia.org)

۳-۴-۵-۱- خصوصیات ریختی توتیاهای دریایی:

توتیاها موجوداتی ظریف، کوچک و کروی هستند که به رده Echinoidea تعلق دارند، آنها در تمام آب‌های اقیانوسی یافت می‌شوند، پوسته آنها کروی و پوشیده از خار است (Test)، عموماً بین ۳ تا ۱۰ سانتی متر طول دارند، رنگ آنها متغییر است و به رنگهای سیاه، سبز، بنفش، قهوه‌ای، قرمز و زیتونی دیده می‌شوند، به آرامی حرکت می‌کنند و توتیاها جانورانی همه‌چیزخوار هستند که بستر دریاها را تمیز می‌کنند. این جانوران در نگاه اول بی‌جان به چشم می‌آیند. دهان این جانوران دارای دندان و اندام جونده بسیار پیچیده‌ای است و اکثراً از جلبکها و بی‌مهرگانی مانند صدف دوکپه‌ای، اسفنج دریایی و ستاره شکننده تغذیه می‌کنند و غذای

مورد علاقه سمور دریایی Sea urchin و Wolf eel است، انسانها در برخی از کشورها آنها کشت می‌دهند و از محتویات داخل آن به عنوان یک خوراک لذیذ استفاده می‌کنند.

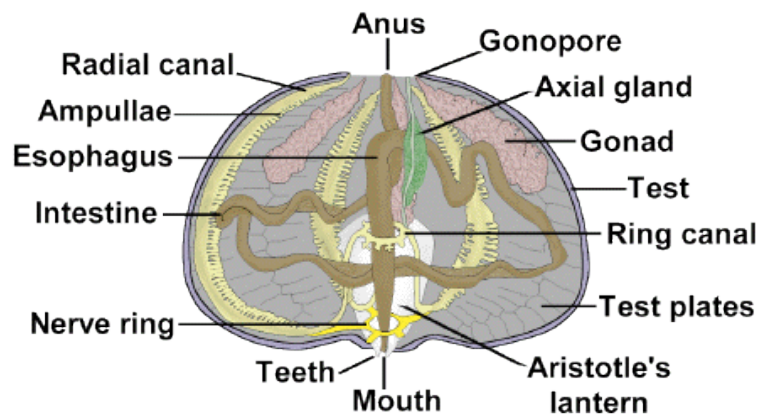


شکل ۱-۱۰- شکل ظاهری از غذای طبخ شده از توتیا
(fa.wikipedia.org)

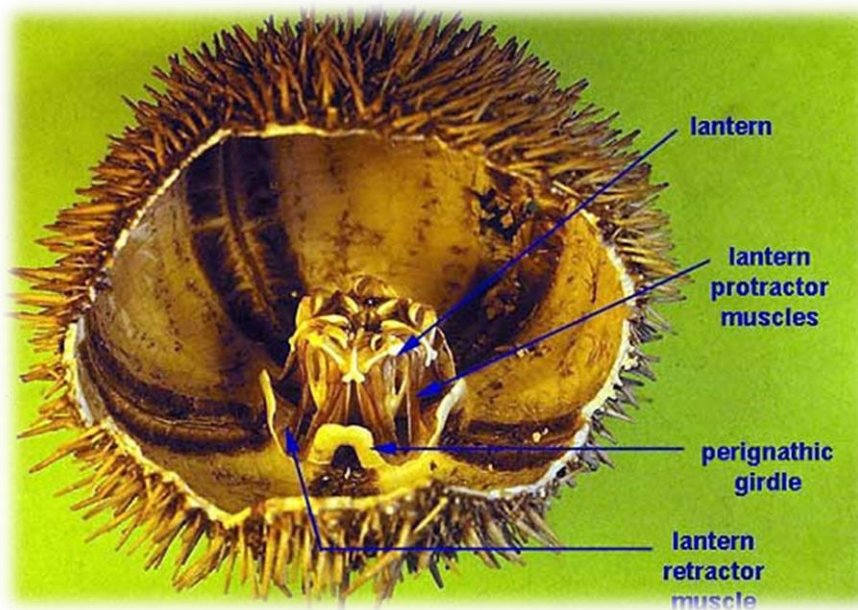
توتیای دریایی یا خارپشت دریایی یک جانور آبزی کوچک خاردار است که تمامی اقیانوس‌های جهان یافت می‌شودمانند باقی خارتان آنها دارای تقارن پنج گانه (Pentamerism) هستند و بوسیله صدهای پای لوله (Tube feet) ظریف، شفاف و چسبناک موجود در روی بدن خود حرکت می‌کنند. تقارن در حالت معمولی قابل رویت نیست اما برآحتی در پوسته خشک شده آنها دیده می‌شود. پوسته یا (Test) در توتیا دارای ۱۰ جفت ستون از صفحات اسکلتی که شامل ۵ ناحیه آمبولاکرال (Ambulacral zone) و ۵ ناحیه اینتر آمبولاکرال هستند. نواحی آمبولاکرال از صفحات اسکلتی ساخته شده اند که دارای یک یا دو سوراخ (Pores) جهت بیرون آمدن پاهای لوله اس هستند. بر روس صفحات اسکلتی ناحیه اینتر آمبولاکرال برجستگی هایی (Tubercles) وجود دارند که محل اتصال خارهایی به پوسته هستند. بر روی پوسته غیر از منافذی که پاهای لوله ای از آنها بیرون می‌آیند دو سوراخ اصلی وجود دارد. پریستوم (peristome) و پریپراکت (Periproct). پریستوم مدور و در مرکز سطح زیرین پوسته واقع است و دهان در مرکز آن واقع شده است در اکثر توتیاها دریایی پریستوم با پوست ضخیمی پوشیده شده است. درون پوسته در ناحیه دهانی (oral surface) قطعه ای اسکلتی به نام فانوس ارسطو (Aristotle lantern) وجود دارد که شامل قطعات اسکلتی متعددی است و عملکردی همچون آرواره (Jaw) برای جانور دارد. در راس پوسته تعدادی از صفحات اسکلتی حضور دارند که مجموعاً به آنها سیستم راسی (Apical plates) می‌باشد. در مرکز سیستم راسی مخرج واقع است و ناحیه اطراف پریپراکت نام دارد.

۳-۴-۵-۲- آناتومی:

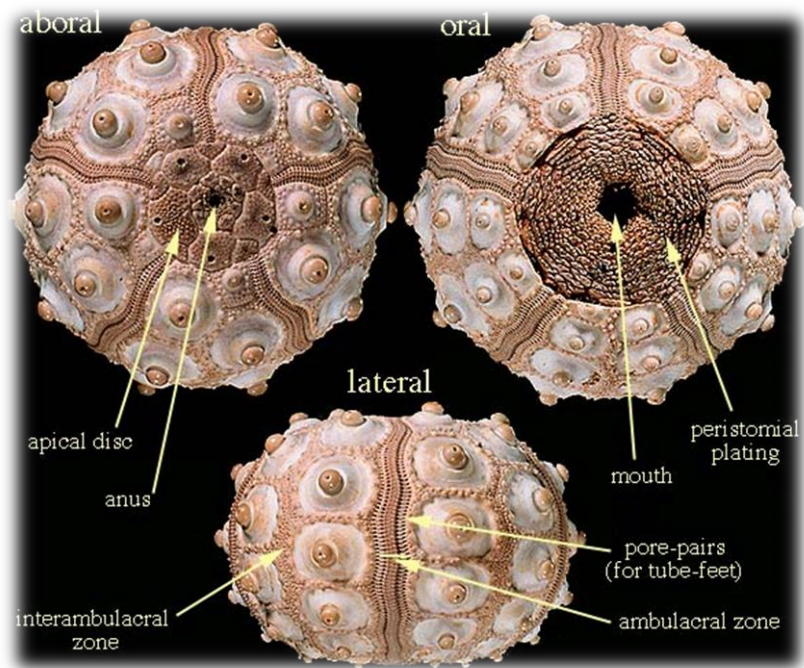
طول توتیاها عموماً بین ۶ تا ۱۲ سانتی متر متغیر است و طول بزرگترین گونه آن حتی تا ۳۶ سانتی متر نیز دیده شده است. (Barnes, 1982)



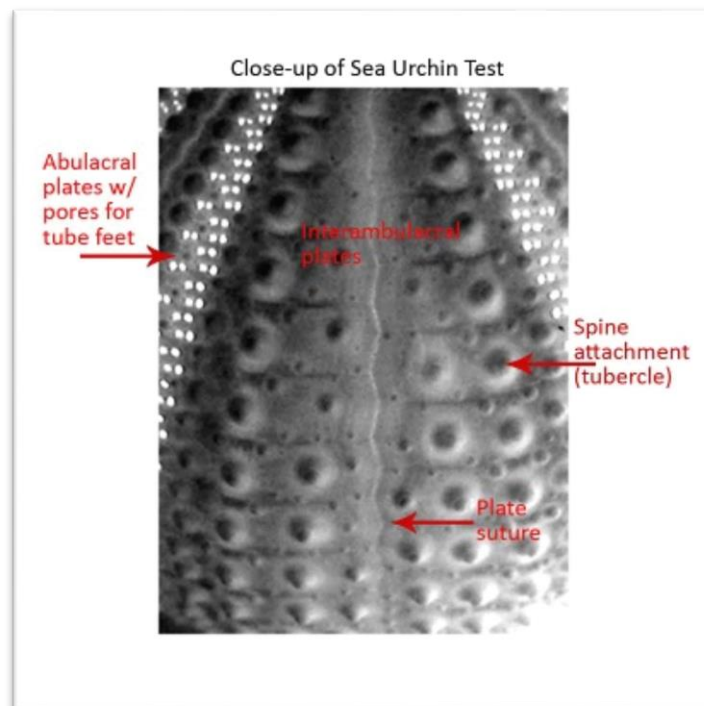
شکل ۱-۱۱- شکل ظاهري از توتيا
<http://www.sms.si.edu>



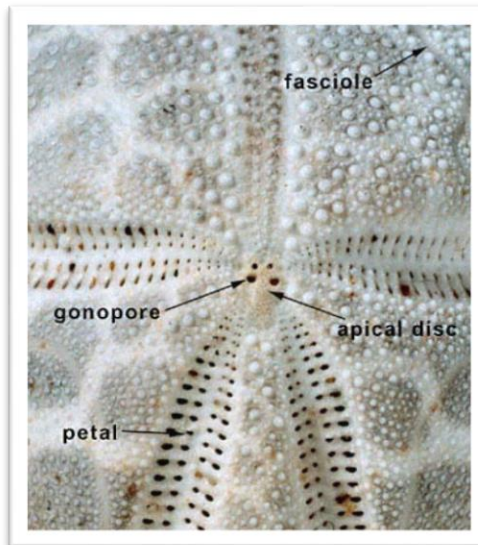
شکل ۱-۱۲- شکل ظاهري از فانوس ارسطو در توتيا دريايي
www.nhm.ac.uk



شکل ۱-۱۳- اجزای مختلف پوسته در توتیای دریایی
www.nhm.ac.uk



شکل ۱-۱۴- اجزای مختلف پوسته در توتیای دریایی
bp.blogspot.com



شکل ۱-۱۵- اجزای مختلف سیستم راسی در توتیای دریایی
www.nhm.ac.uk.

Five- fold symmetry

۳-۴-۵- تقارن شعاعی پنج گانه:

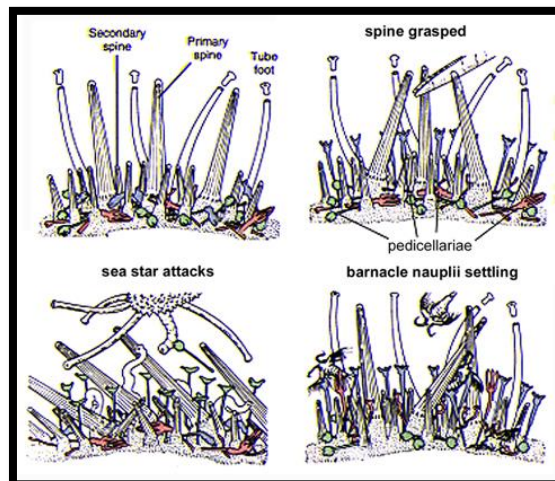
مانند سایر خارتنان تقارن شعاعی پنج گانه در توتیا نیز دیده می‌شود، این موضوع به طور واضح در توتیای معمولی Regular Sea urchin دیده می‌شود که دارای بدنی کروی مانند است که در طول محور دهانی دارای پنج قسمت مساوی هستند، برخی از توتیاها که شامل دلار شنی نیز می‌شود از نظر شکل بدنی بیضوی هستند و تقارن دو طرفی دارند در این توتیاها سطح بالایی اندکی برآمده است و سطح دیگر آن صاف است و فاقد پاهای لوله ای است این بدن نامنظم به موجود اجازه می‌دهد که بتواند در سطوح صاف و شنی حرکت کند. (Barnes, 1982).



شکل ۱-۱۶- شکل ظاهری از تقارن پنج گانه در انواع توتیا ها

۳-۴-۵- تغذیه :

توتیا های دریایی از مواد غذایی مختلفی تغذیه می‌کنند . آنها به دلیل داشتن آرواره های داخلی قوی از جلبکها و ارگانیزم های غیر متحرک تغذیه می‌کنند.



شکل ۱-۱۷ - نحوه گرفتن مواد غذایی توسط توتیا
(www.cals.ncsu.edu)



شکل ۱-۱۸ - پاهای لوله ای در توتیای دریایی
(fa.wikipedia.org)

۴- (Water Pollution) آلودگی آب

۴-۱- تعریف آلودگی آب

آلودگی آب عبارت است از افزایش مقدار هر معرف اعم از شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی که موجب تغییر خواص و نقش اساسی آن در مصارف ویژه‌اش شود.

۴-۲- عوامل آلوده کننده آب

آب یکی از مهمترین و بنیادی‌ترین عامل حیات موجودات زنده است از این نظر جلوگیری از آلودگی آب نیز به همان نسبت مهم و مورد توجه می‌باشد عوامل آلوده کننده آب بسیار گوناگون‌اند و می‌توانند هم منابع آبهای زیرزمینی و هم آبهای سطحی را آلوده کنند.

۴-۲-۱- سرب

سرب، عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با نشان Pb و عدد اتمی 82 وجود دارد. سرب، عنصری سنگین، سمی و چکش‌خوار است که دارای رنگ خاکستری کدری می‌باشد. هنگامیکه تازه تراشیده شده، سفید مایل به آبی است، اما در معرض هوا به رنگ خاکستری تیره تبدیل می‌شود. از سرب در سازه‌های ساختمانی، خازنهای اسید سرب، ساچمه و گلوله استفاده شده و نیز بخشی از آلیاژهای لحیم، پیوتر و آلیاژهای گدازپذیر می‌باشد. سرب سنگین‌ترین عنصر پایدار است.

۴-۲-۲- تاریخچه

به علت فراوانی سرب (هنوز هم اینگونه است)، تهیه آسان، کار کردن آسان با آن، انعطاف‌پذیری و چکش‌خواری بالا و پالایش راحت، حداقل از 7000 سال پیش مورد استفاده بشر می‌باشد. در کتاب خروج (بخشی از انجیل) به این عنصر اشاره شده است. کیمیاگران می‌پنداشتند سرب قدیمی‌ترین فلز بوده و به سیاره زحل مربوط می‌شود. لوله‌های سربی که نشانه‌های امپراتوری روم را حمل می‌کردند، هنوز هم بکار می‌روند. نشان Pb برای سرب خلاصه نام لاتین آن *plumbum* است. در اواسط دهه ۸۰ تغییر مهمی در الگوهای پایان استفاده از سرب بوجود آمده بود. بیشتر این تغییر ناشی از پیروی مصرف‌کنندگان سرب آمریکا از قوانین زیست محیطی بود که بطرز قابل ملاحظه‌ای استفاده از سرب را در محصولات بجز باطری از جمله گازوئیل، رنگ، اتصالات و سیستمهای آبی کاهش داده یا حتی حذف کرد.

۴-۲-۳- خصوصیات سرب

سرب فلزی است براق، انعطاف‌پذیر، بسیار نرم، شدیداً چکش‌خوار و به رنگ سفید مایل به آبی که از خاصیت هدایت الکتریکی پایینی برخوردار می‌باشد. این فلز حقیقی به‌شدت در برابر پوسیدگی مقاومت می‌کند و به همین علت از آن برای نگهداری مایعات فرسایشگر (مثل اسید سولفوریک) استفاده می‌شود. با افزودن مقادیر خیلی کمی آنتیموان یا فلزات دیگر به سرب می‌توان آنرا سخت نمود.

۴-۲-۴- کاربردهای سرب

- کاربردهای اولیه سرب عبارت بودند از: سازه‌های ساختمانی، رنگدانه‌های مورد استفاده در لعاب سرامیک و لوله‌های انتقال آب. کاخها و کلیساهای بزرگ اروپا در وسایل تزئینی، سقفها، لوله‌ها و پنجره‌هایشان دارای مقادیر قابل توجهی سرب هستند. این فلز (در حالت عنصری) پس از آهن، آلومینیوم، مس و روی بیشترین کاربرد را دارد.
- در باطری‌های اسید سرب، در اجزای الکترونیکی، روکش کابل، مهمات، در شیشه CTR ها، سرامیک، شیشه‌های سربدار، لوله‌های سربی (اگرچه استفاده از اتصالات سربی در لوله‌های آب آشامیدنی در دهه ۹۰ در آمریکا قانونی شد، امروزه کاربرد آنچنانی ندارند)، در رنگها (از سال

۱۹۷۸ در آمریکا و به تدریج از دهه ۶۰ تا دهه ۸۰ در انگلستان ممنوع شد، اگرچه رنگ سطوح قدیمی می‌توانست تا ۵۰٪ وزن از سرب باشد)، آلیاژها، پیوتر، اتصالات و مواد پرکننده دندان.

- همچنین در بامها بعنوان درزگیر برای محافظت اتصالات در برابر باران مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گازوئیل (بنزین) بعنوان تترا اتیل و تترا متیل سرب برای کاهش صدای موتور کاربرد دارد. (pre-detonation، pre-ignition و pinking هم نامیده می‌شود). فروش بنزین سربدار در آمریکا از سال ۱۹۸۶ و در اتحادیه اروپا از سال ۱۹۹۹ ممنوع شد (daneshnameh.roshd.ir).

۴-۲-۵- اثرات سرب بر روی موجودات

سرب فلز سمی است که به پیوندهای عصبی آسیب رسانده (بخصوص در بچه‌ها) و موجب بیماریهای خونی و مغزی می‌شود. تماس طولانی با این فلز یا نمکهای آن (مخصوصاً نمکهای محلول یا اکسید غلیظ آن) PbO_2 می‌تواند باعث بیماریهای کلیه و دردهای شکمی شود. به اعتقاد بعضی افراد استفاده تاریخی از سرب توسط امپراطوری روم برای لوله‌های آب (و نمک آن، استات سرب که بعنوان شیرین کننده شراب و به نام شکر سرب هم معروف است) عامل دیوانگی بسیاری از امپراطوران بود. نگرانی درباره نقش سرب در عقب‌ماندگی ذهنی کودکان موجب کاهش استفاده از آن در سطح جهان گردید.

فروش رنگهای حاوی سرب در کشورهای صنعتی متوقف شده، گرچه احتمالاً بسیاری از خانه‌های قدیمی هنوز دارای مواد سربی در رنگهایشان هستند. کلاً پیشنهاد می‌شود رنگهای قدیمی را با سمباده از بین نبرند، چون این کار باعث ایجاد غباری قابل استنشاق می‌گردد. نمکهای سرب که در لعاب ظروف سفالی بکار می‌رود، گاهی اوقات ایجاد مسمومیت کرده‌اند، چون هنگامیکه در آنها اسید نوشیده می‌شود، مانند آبمیوه‌ها، یونهای سرب از لعاب ظرف جدا می‌شوند. گفته می‌شود استفاده از سرب برای فشردن سیب جهت تهیه آب سیب، عامل بیماری Devon colic می‌باشد (daneshnameh.roshd.ir).

۴-۳-۳- کادمیوم:

کادمیوم عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با نشان Cd و عدد اتمی ۴۸ قرار گرفته است. کادمیوم عنصری نسبتاً کمیاب، نرم، رنگ سفید مایل به آبی و فلز انتقالی سمی می‌باشد که در سنگ معدن روی وجود داشته و در باطریها به مقدار زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۳-۱- خصوصیات کادمیوم

کادمیوم فلز دو ظرفیتی است نرم، چکش خوار، انعطاف پذیر و به رنگ سفید مایل به آبی که با چاقو به راحتی بریده می‌شود. این عنصر از بسیاری جهات شبیه روی است اما کادمیوم ترکیبات پیچیده بیشتری بوجود می‌آورد.

معمولی ترین حالت اکسیداسیون کادمیوم +۲ می‌باشد، گرچه نمونه های کمیابی از +۱ نیز می‌توان پیدا کرد.

۴-۳-۲- کاربردهای کادمیوم

تقریباً سه چهارم کادمیوم در باطریها استفاده می‌گردد (بخصوص باطریهای Ni-Cd) و بیشتر یک سوم باقی مانده عمدتاً جهت رنگها، پوششها، آبرکاری و بعنوان مواد ثبات بخش در پلاستیکها بکار می‌رود. کاربردهای دیگر:

- در بعضی از آلیاژهای زود ذوب به کار می‌رود.
- به علت ضریب اصطکاک پائین و مقاومت بسیار خوب در برابر خستگی، در آلیاژهای بلبرینگ از آن استفاده می‌شود.

- 60% از کادمیوم یافت شده در آبکاری الکتریکی به کار می رود .
- انواع بسیاری از لحیم ها حاوی این فلز هستند .
- بعنوان مانعی برای کنترل کافش اتمی (nuclear fission) به کار می رود .
- ترکیبات حاوی کادمیوم در مواد درخشان تلویزیونهای سیاه و سفید و نیز در مواد درخشان آبی و سبز در لامپ تصویر تلویزیونهای رنگی بکار می روند .
- کادمیوم نمکهای مختلفی را بوجود می آورد که معمول ترین آنها سولفات کادمیوم است. از این سولفید بعنوان رنگدانه زرد استفاده می شود .
- در برخی نیمه هادی ها کاربرد دارد .
- بعضی از ترکیبات کادمیوم بعنوان تثبیت کننده در Polyvinyl Chloride بکار می رود .

۴-۳-۳- اثرات کادمیوم بر روی جانداران

کادمیوم از معدود عناصری است که هیچگونه نقش ساختاری در بدن انسان ندارد. این عنصر و محلول ترکیبات آن حتی به میزان بسیار کم، سمی هستند و در اندامها و محیط زیست، ذخیره می شوند . استنشاق گرده های کادمیوم به سرعت در دستگاه تنفسی و کلیه ها ایجاد مشکلاتی می کند که می توانند کشنده باشند؛ (اغلب از نارسائی کلیوی) خوردن هر مقدار قابل ملاحظه ای از کادمیوم موجب مسمومیت سریع کبد و کلیه ها می گردد. (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱)

۵- سوابق تحقیق:

✓ مطالعات مختلف بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافتهای مختلف آبریان صورت گرفته است ولی در زمینه بررسی میزان آلاینده های فلزی در اندامهای توتیای دریایی خلیج فارس تا به حال بررسی صورت نگرفته است. در ضمن در مطالعاتی که در سایر کشور ها نیز به عمل آمده مشابه کاری در این تحقیق به آن پرداخته شده است، مطالعه ای صورت نگرفته است لذا در بررسی پیشینه تحقیق مطالب مرتبط با این بحث گنجانده شده است.

✓ در سال ۲۰۰۱ G. Radenac تحقیقی در ارتباط با تجمع زیستی و میزان سمیت چهار فلز سنگین محلول در آب بر روی لارو توتیا پرداخته است که در این تحقیق میزان تجمع چهار فلز محلول در آب (سرب، کادمیوم، مس و روی) را بر روی لارو توتیا ۲ روزه بررسی کردند و دریافتند بیشترین میزان تجمع فلز کادمیوم ۴۳/۸ میکرو گرم بر گرم است در نمونه وزن خشک و تجمع فلز سربدر نمونه وزن خشک برابر است با ۳۱۰۶ میکروگرم بر گرم گزارش شده که میزان تجمع سرب در لارو توتیا بسیار زیاد است و طبق بررسی صورت گرفته تجمع و افزایش غلظت سرب و کادمیوم با میزان غلظت این دو عنصر در آب رابطه مستقیم دارد. و پس در این بررسی در این حقیق گزارش گردید که در غلظت بالای سرب جمعیت ۸۰ درصد از لاروها به صورت طبیعی در محیط رشد می کند و تنها حدود ۱۰٪ مرگ و میر گزارش داشته است که نسبتی منطقی است و از این رو استفاده از لارو توتیا به عنوان نشنگر زیستی در اندازه گیری میزان تجمع فلزات سنگین غیر ضروری در ارتباط با محیط پیرامون پیشنهاد گردیده است.

✓ در سال ۲۰۰۹ In-Young Ahn به بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در توتیا و جلبک مورد تغذیه آن پرداخته است که در این تحقیق به بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در توتیا پرداخته است و برای بررسی گنادها و کل بافت نرم را به تفکیک در نظر گرفته است و همچنین میزان تجمع این عنصر در جلبک مورد تغذیه را نیز بررسی کرده است. و نتایج حاصله عبارت است از اینکه در تحقیق فوق به بررسی و اندازه گیری میزان تجمع فلزات سنگین غیر ضروری در توتیای بالغ و رژیم غذایی توتیا که به عنوان غذای غالبی که از آن استفاده می کند در کلیپ پرداخته است و نتایج حاصله عبارت است از اینکه میزان غلظت کادمیوم در گناد بین ۰/۵۲-۱/۶

(Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$) گزارش گردیده و در کلیه بافتها و اندامهای داخلی بین ۲/۸ - ۰/۷۸ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$) شایان ذکر است که غلظت سرب نیز به صورت زیر گزارش گردیده است : ۰/۰۳-۰/۰۸ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$) در گنادها و ۰/۰۶ - ۰/۴۹ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$) و در نهایت به این نتیجه رسیدند که رابطه مستقیمی بین برخی از فلزات سنگین مثل کادمیوم موجود در کلپ مورد تغذیه توتیا و خود توتیا وجود دارد و از آن می توان به عنوان Bioindicator استفاده کرد.

✓ در سال ۲۰۰۸ Dina Soualili و همکاران به بررسی آلودگی آب با عناصر سنگین با استفاده از توتیا به عنوان شاخص زیستی منطقه پرداخته اند که در این تحقیق برای بررسی تجمع فلزات سنگین از رسوبات منطقه و گنادهای توتیا استفاده شده است و طی این تحقیق ثابت شد که آلودگی با فلز سرب در منطقه بسیار بالا است و همچنین گنادهای جنس ماده از نظر میزان تجمع آلودگی فلزات سنگین بیشتر آلوده هستند.

فصل دوم

روش کار

۱-۲- تعیین ایستگاه های نمونه برداری:

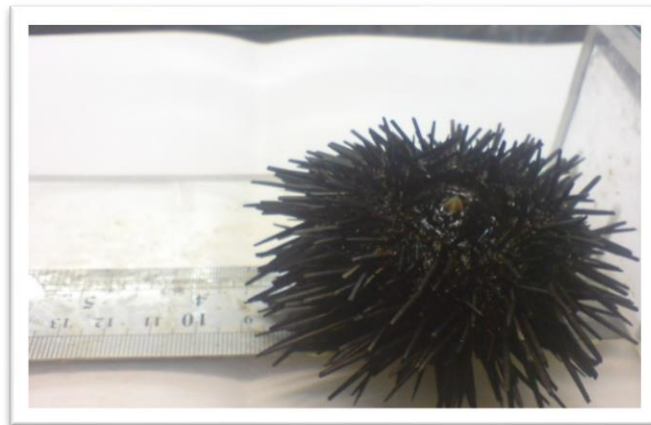
در این تحقیق از قبل ایستگاهی مشخص نشد بلکه نمونه برداری به صورت پیمایش در طول سواحل قشم و در ناحیه جزر و مدی با تاکید بر سواحل صخره ای (به دلیل اینکه احتمال حضور خارپوستان در سواحل صخره ای بیشتر است) با استفاده از نقشه پهنه بندی سواحل جزر و مدی جزیره قشم بر حسب جنس سواحل (روزبهی، ۱۳۸۶) انجام شد. موقعیت جغرافی سواحلی که در آنها نمونه برداری انجام شده است در جدول ۱-۲- نشان داده شده است. جهت انجام این تحقیق ۱۱ ایستگاه در طول سواحل قشم انتخاب گردید. اما تنها در ۳ ایستگاه گونه توتیای مورد نظر *Echinometra mathaei* یافت گردید. لازم به ذکر است جدول جزر و مد از قبل تهیه گردید و نمونه ها در هنگام جزر در ناحیه جزر و مدی سواحل به طور مستقیم جمع آوری شدند.

جدول ۱-۲- موقعیت جغرافیایی سواحل نمونه برداری شده

ردیف	نام ایستگاه	N_S	طول و عرض جغرافیایی	حضور توتیا در آن منطقه
۱	سینما دریا	ساحل جنوبی	E ۲۹,۸ ۱۶ ۵۶ -N ۳,۹ ۵۶ ۲۶	*
۲	ساحل سیمین	ساحل جنوبی	E ۴۷,۴ ۱۳ ۵۶ -N ۳۸ ۵۵ ۲۶	*
۳	بیوتکنولوژی	ساحل جنوبی	E ۵۴,۸ ۸ ۵۶ -N ۲۶ ۵۱ ۲۶	-
۴	ساحل هنگام	ساحل جنوبی	E ۱۰,۸ ۵۵ ۵۵ -N ۸ ۴۱ ۲۶	-
۵	شیب دراز	ساحل جنوبی	E ۲۱,۳ ۵۲ ۵۵ -N ۲۹ ۴۳,۵ ۲۶	-
۶	ساحل سلخ	ساحل جنوبی	E ۱۸,۳ ۴۷ ۵۵ -N ۵۱ ۴۱ ۲۶	*
۷	با سعیدو	ساحل شمالی	E ۲۶,۵ ۱۶ ۵۵ -N ۳۱,۵ ۳۵ ۲۶	-
۸	چاهوی غربی	ساحل شمالی	E ۶,۱ ۲۹ ۵۵ -N ۳۹,۴ ۴۱ ۲۶	-
۹	جنوب لافت	ساحل شمالی	E ۴۶ ۴۸ ۵۵ -N ۴۱,۵ ۵۵ ۲۶	-
۱۰	لافت	ساحل شمالی	E ۵۴۱ ۴۸ ۵۵ -N ۲۴,۱ ۵۵ ۲۶	-
۱۱	تیاب	ساحل شمالی	E ۲۲,۶ ۵۰ ۵۵ -N ۴۶,۹ ۵۴ ۲۶	-

۲-۲- نحوه بیومتری از توتیاها:

طول کل و وزن کل تمام توتیاها اندازه گیری گردید.



شکل ۲-۱- بیومتری از توتیا



شکل ۲-۲- اندازه گیری وزنی از توتیا

۲-۳- تفکیک نمونه ها جهت انتقال به آزمایشگاه:

نمونه های تهیه شده به صورت مجزا در ظروف پلی اتیلن قرار داده شد و هر کدام بوسیله برچسب و مائیک ضد آب علامت گذاری گردید و تا زمان انتقال به آزمایشگاه در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید.

۲-۴- آماده سازی نمونه ها:

بعد از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه آماده سازی آنها شروع گردید.

۲-۴-۱- مراحل آماده سازی نمونه ها و خشک کردن آنها:

ابتدا نمونه ها جدا سازی گردید که شامل بافت نرم به طور کلی امیا و احشا کلی و بافت سخت (پاهای لوله ای ، پوسته خارجی، فانوس ارسطو) می باشد و بعد از جداسازی به دقت توسط ترازوی دیجیتالی با دقت (۰/۰۰۱) در پتری دیش شیشه ای در آون ۱۰۵۲ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند، سپس نمونه ها جهت سرد شدن و دوری از هرگونه رطوبت حتی رطوبت هوا در دسیکاتور قرار داده شدند.



شکل ۳-۲- یک نمونه از توتیای باز شده



شکل ۴-۲- بافت های نرم و سخت جدا شده توتیا



شکل ۵-۲- بافت های سخت توتیا به تفکیک خار- پوسته خارجی و فانوس ارسطو



شکل ۶-۲- بافت های سخت و نرم آماده ی توتیا در آون

۲-۵- قرار گرفتن نمونه ها در دسیکاتور در مرحله آماده سازی

سپس نمونه ها مجدداً به دقت وزن شدند و از روی اختلاف وزن نمونه مرطوب و نمونه خشک درصد آب نمونه محاسبه شد.



شکل ۷-۲- قرار دادن بافت های سخت و نرم توتیا بعد از خروج از آون در دسیکاتور

۲-۶- هضم کردن نمونه ها:

نمونه های هموژن شده پودر گردیدند و مقدار ۱ گرم از نمونه خشک هموژن شده به دقت توزین گردید و در بشر ۱۰۰ میلی لیتر ریخته شد مقدار ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه ها اضافه گردید، به کلیه نمونه های ۲ میلی لیتر آب اکسیژنه (H_2O_2) نیز اضافه گردید، نمونه ها به مدت نیم تا یک ساعت در دمای آزمایشگاه زیر هود قرار داده شدند.

(از آنجائیکه می بایست شرایط اسیدی برای همه نمونه ها یکسان باشد برای نمونه های کمتر از ۰/۵ گرم مقدار ۵ میلی لیتر اسید و ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه اضافه شد .)



شکل ۸-۳- هضم کردن نمونه ها در اسید

سپس زیر هود روی هیتر نمونه ها در دمای ۹۰ درجه به مدت ۳ ساعت حرارت داده شدند تا کاملاً در اسید حل شوند.



شکل ۸-۳- حرارت دادن نمونه ها روی هیتر با دمای ۹۰ درجه سانتی گراد

از آنجائیکه برخی نمونه ها پس از خروج از روی هیتر یا اضافه کردن آب مقطر تشکیل رسوب داده اند تمامی نمونه های محلول توسط قیف شیشه ای و کاغذ صافی (واتمن ۱۲) صاف شدند و محلول شفاف به بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری وارد شد بعد از آبکشی بشر با آب مقطر وقتی دیگر اثری از نمونه در بشر و قیف باقی نماند محلول توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد (هنگام به حجم رساندن در مورد نمونه هایی که در ۱۰ میلی لیتر و ۵ میلی لیتر اسید هضم شدند همگی به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شدند، مگر در مورد نمونه هایی که از نظر وزنی خیلی پایین بودند که آنها به حجم ۲۵ میلی لیتر رسیدند).

نمونه ها تا زمان اندازه گیری عناصر فلزات سنگین با روش جذب اتمی در یخچال نگهداری شد (Ayse Bahar Yilmaz 2003, ROPME 1999).

۲-۷- روش تهیه محلول استاندارد:

برای اندازه گیری میزان فلزات سنگین سرب و روی در نمونه ها با دستگاه جذب اتمی مرحله اول تهیه محلول های استاندارد سرب و کادمیوم است که این دو محلول با غلظت های زیر تهیه گردیدند:

Cd: (0/25, 0/5, 1, 2)

Pb : (2/5, 5, 10, 15)

برای محلول سازی از دو عنصر نیترات سرب $Pb(NO_3)_2$ (و نیترات کادمیوم $Cd(NO_3)_2$) استفاده گردید. در ابتدا مقدار گرم برداشتی از هر دو عنصر مورد نظر محاسبه گردید و به صورت زیر محلول ppm ۱۰۰۰ ساخته شد.

$Pb(NO_3)_2$	Pb
331/21	207/2
X	1gr \longrightarrow X=1/59 gr/lit

$Cd(NO_3)_2$	Cd
308/47	112/411
X	1gr \longrightarrow X=2/744 gr/lit

مقدار 1/59 gr/lit سرب و مقدار 2/744 gr/lit کادمیوم هر کدام به صورت جداگانه در یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی لیتر با آب مقطر به حجم رسانده شد و به این ترتیب محلول ۱۰۰۰ ppm تهیه شد.

سپس ۱۰ میلی لیتر از این محلول ۱۰۰۰ ppm برداشته شد و این مقدار محلول به حجم ۱۰۰۰ رسانده شد و محلول ۱۰۰ ppm حاصل گردید (در حقیقت ۹۹۰ میلی لیتر آب مقطر به محلول اولیه اضافه گردید).

$$C_1V_1=C_2V_2$$

$$1000\text{ppm} \times 100\text{ml} = C_2 \times 1000\text{ml} \longrightarrow C_2 = 100\text{ ppm}$$

سپس محلول ۱۰۰ ppm حاصله را در معادلات زیر قرار داده و غلظت‌های مورد نظر را تهیه می‌کنیم:

$$C_1V_1=C_2V_2 \quad \text{Cd: (0/25, 0/5, 1, 2)}$$

$$100 \times 0/25 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 0/5\text{ ml}$$

$$100 \times 0/5 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 1\text{ ml}$$

$$100 \times 1 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 2\text{ ml}$$

$$100 \times 2 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 4\text{ ml}$$

برای ساختن محلول استاندارد سرب از محلول ۱۰۰۰ ppm به میزان حجم‌های مورد نظر برداشته شد و در بالن ژوژه به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد.

$$C_1V_1=C_2V_2 \quad \text{Pb: (2/5, 5, 10, 15)}$$

$$100 \times 2/5 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 5\text{ ml}$$

$$100 \times 5 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 10\text{ ml}$$

$$100 \times 10 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 20\text{ ml}$$

$$100 \times 15 = V_2 \times 50 \longrightarrow V_2 = 30\text{ ml}$$

مقادیر محاسبه شده از محلول ۱۰ و ۱۰۰ ppm ساخته شده به دقت به میزان محاسبه شده (با میکروپیپت) برداشته شد و به بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتر انتقال داده شد و توسط آب مقطر به حجم ۵۰ سی سی رسانده شد و سپس کاملاً بهم زده شد و محلول‌های استاندارد تهیه شده با غلظت‌های مورد نظر آماده تزریق به دستگاه جهت رسم منحنی کالیبراسیون شدند.

۸-۲- رقیق سازی محلول‌های کادمیوم و سرب:

محلول‌های حاصل از هضم تمام نمونه‌ها برای اندازه‌گیری عناصر سرب و کادمیوم آماده سازی شدند. محلول‌های حاصل ۵۰ برابر رقیق شدند تا غلظت لازم را برای دستگاه جذب اتمی داشته باشند. در مورد بالن ژوژه‌های ۲۵ یلی متری ۵/۰ میلی لیتر از محلول‌ها با میکرو پیپت برداشته شد و به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شدند.

۹-۲- روشهای اندازه گیری فلزات سنگین:

روشهای مختلف و متنوعی برای اندازه گیری فلزات سنگین وجود دارد از جمله مهمترین روشهای دستگاهی به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- ۱- روش الکتروشیمیایی
- ۲- روش فلوئورسانس و فسفرسانس
- ۳- روش فلورسانس پرتو X (XRF)
- ۴- روش فعال کردن به وسیله نوترون
- ۵- روش طیف سنجی جذب اتمی
- ۶- روش طیف سنجی نشری

○ روش طیف سنجی جذب اتمی

روش انتخاب شده در این آزمایش روش طیف سنجی جذب اتمی بوده است؛ اسپکتروسکوپی جذب اتمی شامل مطالعه و اندازه گیری انرژی تابشی حاصل از اتمها می باشد، ارقام به دست آمده از مطالعه جذب اتمی، اطلاعات اسپکتروسکوپی و تجزیه ای را فراهم می سازد.

اطلاعات اسپکتروسکوپی شامل اندازه گیری سطوح انرژی اتمی، تعیین قدرت نوسان کنندگی، جمعیت اتمها در سطوح انرژی مختلف، زمان عمر اتم و غیره می باشد. اطلاعات تجزیه ای به دست آمده شامل تعیین کیفی و کمی عناصر خصوصاً عناصر فلزی جدول تناوبی می باشد.

استفاده از این روش برای تجزیه عناصر فلزی اولین بار در سال ۱۹۵۵ توسط والش (Walsh) ارائه گردید تا کنون حدود شصت و پنج عنصر با این روش قابل اندازه گیری می باشد. در طیف سنجی جذب اتمی نمونه مورد اندازه گیری به حالت اتمی در آمده و سر راه باریکه منبع قرار می گیرد که عمل اتمی کردن با وارد کردن محلولی از نمونه به صورت مه رقیق به داخل شعله مناسب صورت می گیرد. طیف جذبی یک عنصر در شکل گازی و اتمی آن، از یک سری خطوط باریک کاملاً مشخص تشکیل شده است که از جهش های الکترونی بیرونی ترین مدار تشکیل شده است برای فلزات، انرژی تعداد زیادی از این جهش های با طول موج هئوای ماورای بنفش و مرئی مطابقت دارد، با رسم منحنی جذب علیه غلظت می توان غلظت عنصر مورد اندازه گیری را مشخص کرد. (سید علی جوزی، ۱۳۷۷)

۱۰-۲- روش کار دستگاه اتمی:

در روش جذب اتمی با شعله، نمونه به صورت محلول به دستگاه داده می شود. محلول توسط شعله به بخار اتمی تبدیل شده و سپس توسط یک منبع در معرض تابش با طول موج معین که مشخصه عنصر مورد تجزیه است قرار می گیرد. میزان جذب این تابش بخار اتمی اندازه گیری و ثبت می گردد.

یک لامپ کاتدی تو خالی (Hollow cathode lamp) که کاتد آن از فلز مورد تجزیه ساخته شده است منبع ایجاد شعله مورد نظر است. برای آنالیز نمونه ها ابتدا دو لامپ از لامپهای عناصر مورد آزمایش (سرب و کادمیوم) در دستگاه نصب گردید، سپس لامپ مربوط به هر عنصر با فشار کلید چرخش لامپها در محل تابش قرار داده شد از آن اعمال تنظیم لامپها و میزان سوخت صورت گرفت.

پس از انجام تنظیم دستگاه محلولهای استاندارد به دستگاه داده شد. پس کالیبره کردن دستگاه با محلول استاندارد نمونه های اصلی به دستگاه تزریق شدند. هر یک از نمونه ها سه بار توسط دستگاه مکیده شد که هر بار میزان غلظت فلزات سنگین در نمونه ثبت گردید، پس از آن میانگین فلز سنگین در طی سه بار مکش توسط دستگاه خوانده شد.

جذب اتمی، میزان نور جذب شده توسط اتمهای مورد نظر پس از تزریق نمونه به داخل شعله می باشد که این میزان جذب با تراکم اتمها در شعله مناسب می باشد، لذا جهت محاسبه غلظتهای نمونه های مرد نظر می توان از روش رسم منحنی استفاده کرد. در نهایت برای محاسبه مقدار فلز مورد نظر در نمونه ها بر حسب PPM از فرمول زیر استفاده می شود.

M : مقدار فلز موجود در نمونه بر حسب PPM

C : مقدار فلز مورد نظر در نمونه بر حسب میلی گرم در لیتر که با استفاده از منحنی کالیبراسیون یا روش افزایش استاندارد ب دست می آید.

V : حجم نهایی بر حسب میلی لیتر

W : وزن نمونه جهت هضم بر حسب گرم

۲-۱۱- آنالیز آماری نمونه ها:

برای تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS از روش آماری تجزیه واریانس یک طرفه و تست توکی برای آنالیز معنی دار بودن اختلافها در سطح اعتماد ۹۵٪، بین نمونه های ایستگاه ها و بین گروه های طولی مختلف از روش اندازه گیری رگرسیون برای به دست آوردن همبستگی و ارتباط بین داده ها استفاده گردیده است.

۲-۱۲- نتایج هضم و آنالیز شیمیایی نمونه ها:

از آنجائیکه غلظت های محاسبه شده توسط دستگاه جذب اتمی، غلظت به دست آمده در محلول بودند، لذا با استفاده از فرمول زیر غلظت در نمونه خشک به دست می آید:

حجم نهایی محلول (۵۰ یا ۲۵ ml)

غلظت در نمونه خشک = غلظت به دست آمده در محلول × $\frac{\text{حجم نهایی محلول}}{\text{وزن نمونه خشک حل شده بر حسب گرم}}$

فصل سوم

نتایج

۳-۱- نتایج:

بعد از تعیین ایستگاه های نمونه برداری، نمونه برداری از توتیاها و جلبکهای مورد تغذیه انجام گرفت، سپس بیومتری از توتیاها انجام شد، نتایج حاصل از این اندازه گیری در جدول ۱-۴ آمده است.

جدول ۱-۳- نتایج حاصل از بیومتری و نحوه توزیع و گروه بندی نمونه های توتیا جهت انجام آزمایشات

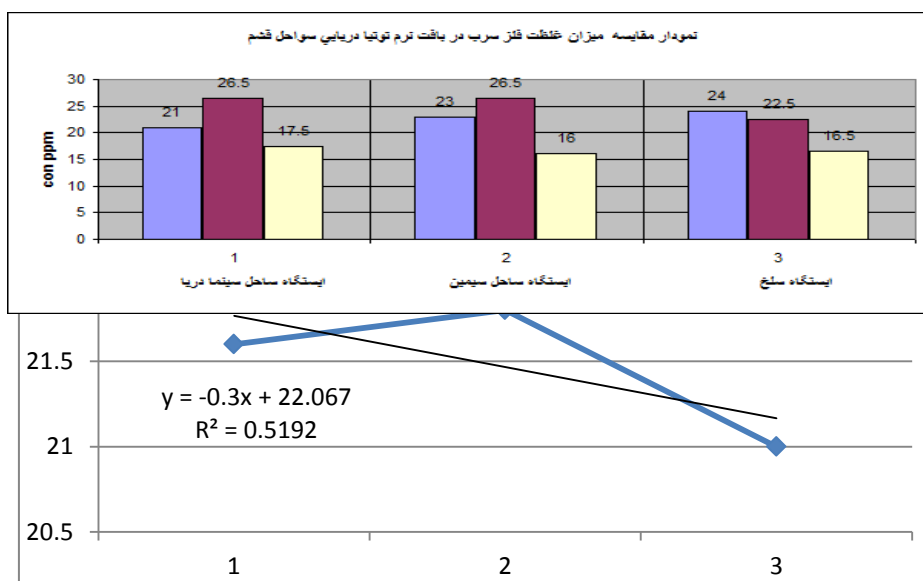
ایستگاه نمونه برداری	میانگین طولی بر حسب اندازه (سانتی متر)	اندازه طول کل (سانتی متر)	وزن کل توتیا (بر حسب گرم)	فراوانی
سینما دریا	کوچک (کمتر از ۵ سانتی متر)	۵ ۳/۷ ۴/۲	۱۱/۲۳ ۳/۵۸ ۱۰/۵۴	۳
	متوسط (بین ۵ تا ۸ سانتی متر)	۶/۲ ۶/۷ ۷	۲۸/۹۳ ۲۰/۹۹ ۳۱/۳	۳
	بزرگ (۸ سانتی متر به بالا)	۸,۴ ۸,۴ ۸,۸ ۸,۶	۵۷,۶۶ ۳۰,۸۲ ۳۷,۷۹ ۵۰,۴۸	۴
ساحل سیمین	کوچک (کمتر از ۵ سانتی متر)	-	-	-
	متوسط (بین ۵ تا ۸ سانتی متر)	۵/۸ ۷/۵ ۵/۸ ۷ ۷/۵ ۵/۶	۱۵,۴۲ ۳۵,۷۴ ۱۳,۳۹ ۴۷,۸۷ ۴۴,۶۴ ۱۴,۸۴	۶
	بزرگ (۸ سانتی متر به بالا)	۸/۲ ۸/۱ ۸/۵ ۸/۹ ۸ ۸/۹	۵۳,۱۴ ۴۴,۹۶ ۷۳,۷۱ ۵۶,۴۴ ۳۰,۰۶ ۸۲,۹۶	۶
ساحل سلخ	کوچک (کمتر از ۵ سانتی متر)	-	-	-
	متوسط (بین ۵ تا ۸ سانتی متر)	۶,۷ ۷,۱ ۷,۸ ۷,۱	۲۸,۹۸ ۲۹,۱۱ ۳۴,۶۴ ۴۳,۴۲	۴
	بزرگ (۸ سانتی متر به بالا)	۸,۱ ۱۰,۱ ۸ ۸,۲ ۸,۶	۴۸,۷۹ ۷۷,۹۲ ۴۰,۹ ۴۷,۰۳ ۵۲,۸۵	۵

در هر ایستگاه با توجه به تقسیم بندی هر توتیا به چهار قسمت (بافت نرم، بافت سخت که خود شامل سه قسمت فانوس ارسطو، پوسته خارجی و پاهای لوله ای یا خار می گردید) قسمت های مختلف توتیا آماده سازی و جهت انجام آنالیز شیمیایی نمونه ها به دستگاه جذب اتمی داده شد که نتایج حاصل از آن در جدول های ذیل آمده است.

جدول ۳-۲- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت نرم

Std.Deviation	mean	تکرار سوم	تکرار دوم	تکرار اول	سرب (بافت نرم)
۴,۵۳۶۸۹	21.6	21	26.5	17.5	ایستگاه ۱- سینما دریا
۵,۳۴۶۳۴	21.8	23	26.5	16	ایستگاه ۲- ساحل سیمین
۳,۹۶۸۶۳	21	24	22.5	16.5	ایستگاه ۳- ساحل سلخ

از جدول فوق در مشخص است که کمترین غلظت سرب در بافت نرم مربوط به تکرار اول از ایستگاه ساحل سیمین ۱۶ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت سرب در بافت نرم مربوط به تکرار دوم از ایستگاه سینما دریا ۲۶/۵ میلی گرم بر گرم می باشد.

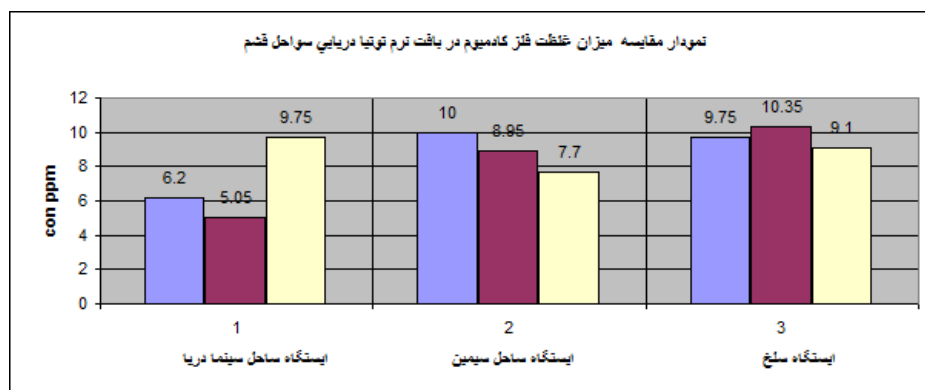


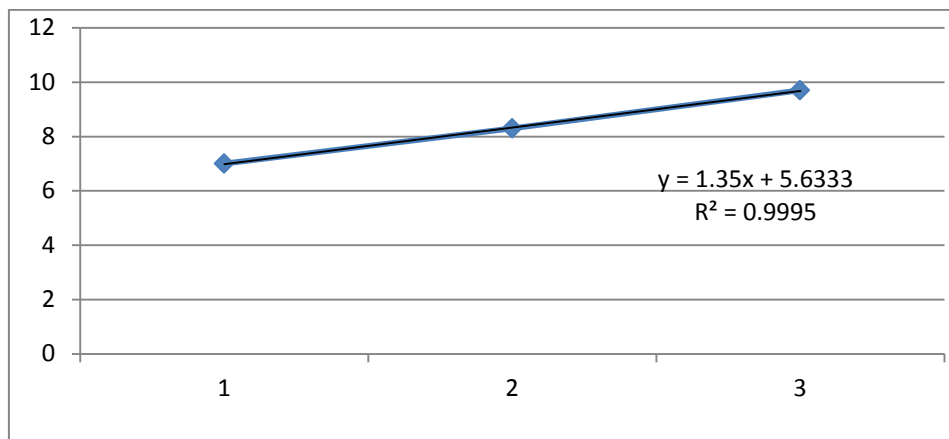
از جدول فوق این نتیجه بدست می آید که غلظت آلاینده سرب از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به کاهش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف آماری معنی دار نمی باشد.

جدول ۳-۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت نرم

کادمیوم (بافت نرم)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	9.75	5.05	6.2	7	۲,۴۵
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	7.7	8.95	10	8.3	۱,۱۵۱۴۵
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	9.1	10.35	9.75	9.7	۰,۶۲۵۱۷

از جدول فوق در مشخص است که کمترین غلظت کادمیوم در بافت نرم مربوط به تکرار سوم از ایستگاه سینما دریا ۶,۲ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت کادمیوم در بافت نرم مربوط به تکرار دوم از ایستگاه ساحل سلخ ۱۰,۳۵ میلی گرم بر گرم می باشد.





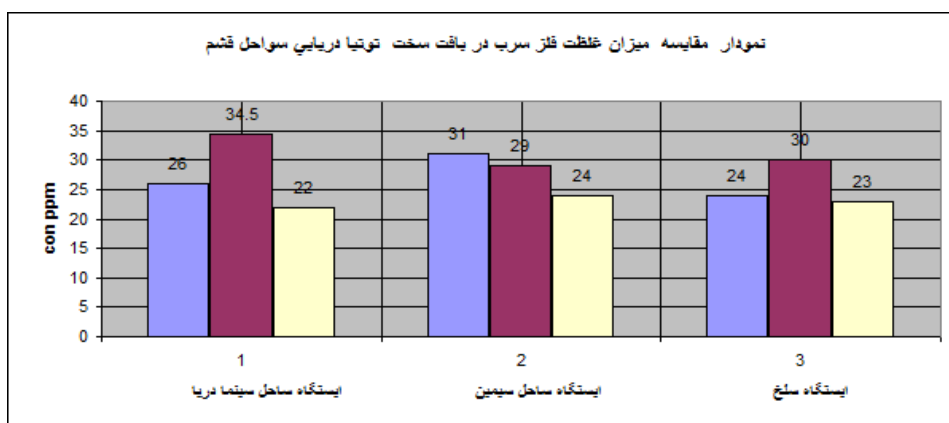
شکل ۳-۴- مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت نرم توتیای بومی سواحل قشم

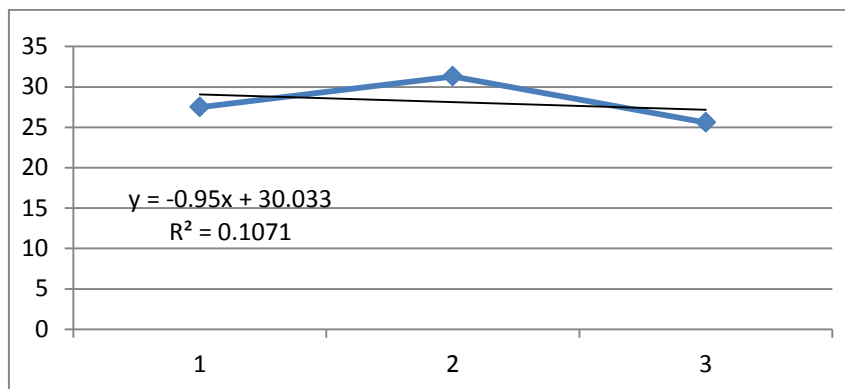
از جدول فوق به این نتیجه می رسیم که غلظت آلاینده کادمیوم با یک شیب معتدل از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز اماری به این نتیجه رسیدیم که این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۳-۴- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت

سرب (بافت سخت)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	22	34.5	26	27.5	۴,۵۳۶۸۹
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	24	29	41	31.3	۵,۳۴۶۳۴
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	23	30	24	25.6	۳,۹۶۸۶۳

از جدول فوق در مشخص است که کمترین غلظت سرب در بافت سخت مربوط به تکرار اول از ایستگاه سینما دریا ۲۲ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت سرب در بافت سخت مربوط به تکرار دوم از ایستگاه سینما دریا ۳۴,۵ میلی گرم بر گرم می باشد.





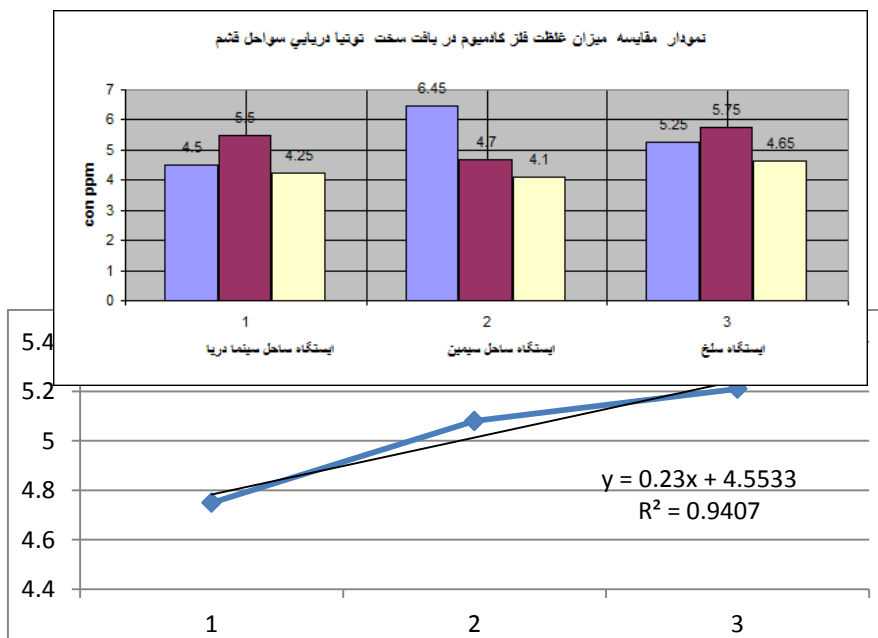
شکل ۶-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم

از جدول فوق به این نتیجه می‌رسیم که غلظت آلاینده سرب با یک شیب بسیار آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به کاهش است در حالیکه طبق آنالیز اماری به این نتیجه رسیدیم که این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۵-۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت

کادمیوم (بافت سخت)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	4.25	5.5	4.5	4.75	۰,۶۶۱۴۴
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	4.1	4.7	6.45	5.08	۱,۲۲۱
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	4.65	5.75	5.25	5.21	۰,۵۵۰۷۶

از جدول فوق در مشخص است که کمترین غلظت کادمیوم در بافت سخت مربوط به تکرار اول از ایستگاه ساحل سیمین ۴,۱ میلی گرم بر گرم می‌باشد و بیشترین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سیمین ۶,۴۵ میلی گرم بر گرم می‌باشد.



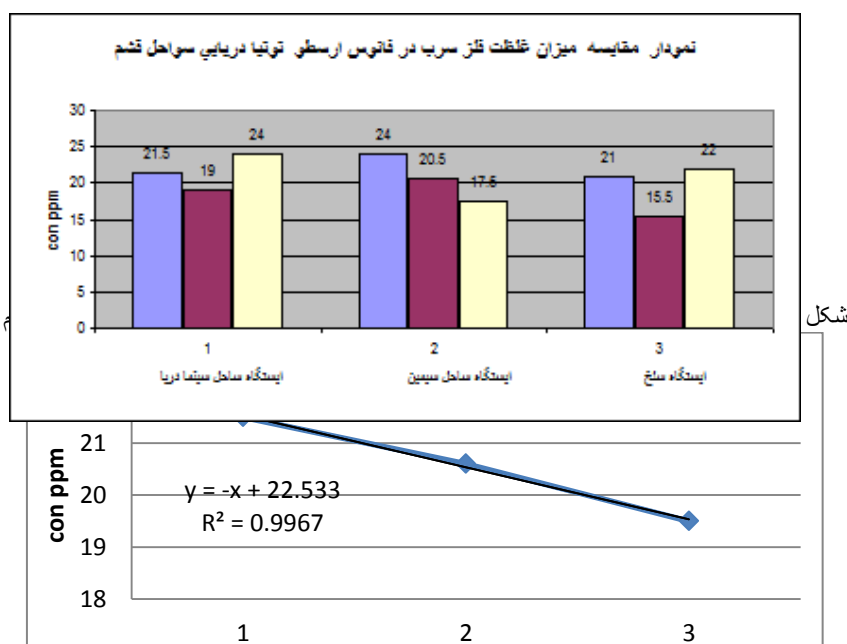
شکل ۸-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت توتیای بومی سواحل قشم

از جدول فوق به این نتیجه می‌رسیم که غلظت آلاینده کادمیوم با یک شیب مستقیم از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری به این نتیجه رسیدیم که این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳-۶- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (فانوس ارسطو)

سرب (فانوس ارسطو)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	24	19	21.5	21.5	۲,۵
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	17.5	20.5	24	20.6	۳,۲۵۳۲
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	22	15.5	21	19.5	۳,۵

از جدول فوق در مشخص است که کمترین غلظت سرب در بافت سخت (فانوس ارسطو) مربوط به تکرار دوم از ایستگاه ساحل سلخ ۱۵,۵ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت سرب در بافت سخت (فانوس ارسطو) مربوط به تکرار اول از ایستگاه سینما دریا ۲۴ میلی گرم بر گرم می باشد.

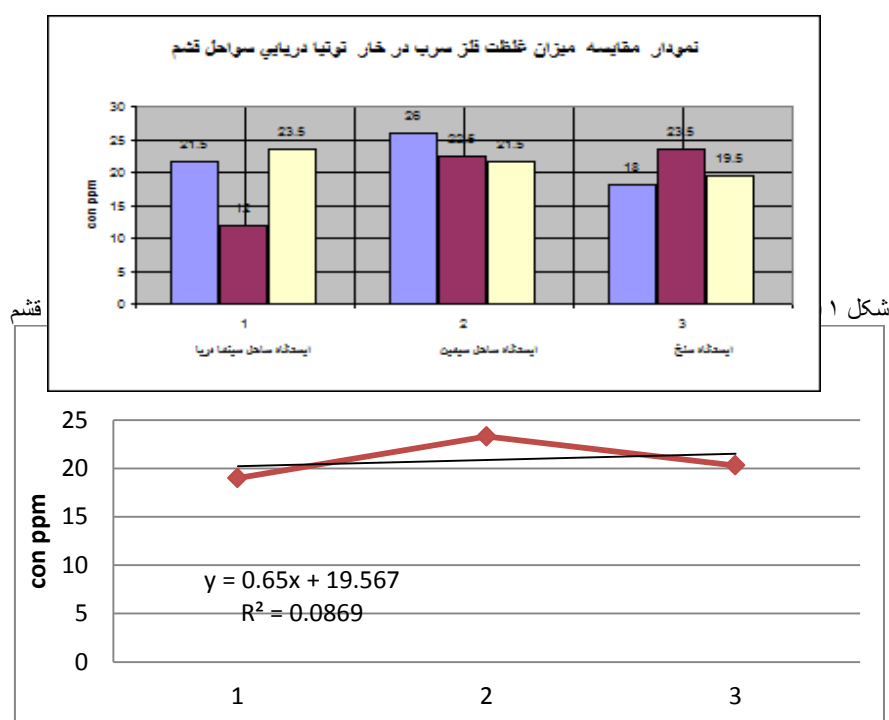


از جدول فوق به این نتیجه می رسیم که غلظت آلاینده سرب با یک شیب مستقیم از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به کاهش است در حالیکه طبق آنالیز آماری به این نتیجه رسیدیم که این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۳-۷- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (خار)

سرب (خار)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	23.5	12	21.5	19	۶,۱۴۴۱
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	21.5	22.5	26	23.3	۲,۳۶۲۹۱
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	19.5	23.5	18	20.3	۲,۸۴۳۱۲

از جدول فوق مشخص است که کمترین غلظت سرب در بافت سخت (پای لوله ای- خار) مربوط به تکرار اول از ایستگاه ساحل سلخ ۱۹,۵ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت سرب در بافت سخت (پای لوله ای- خار) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سیمین ۲۶ میلی گرم بر گرم می باشد.



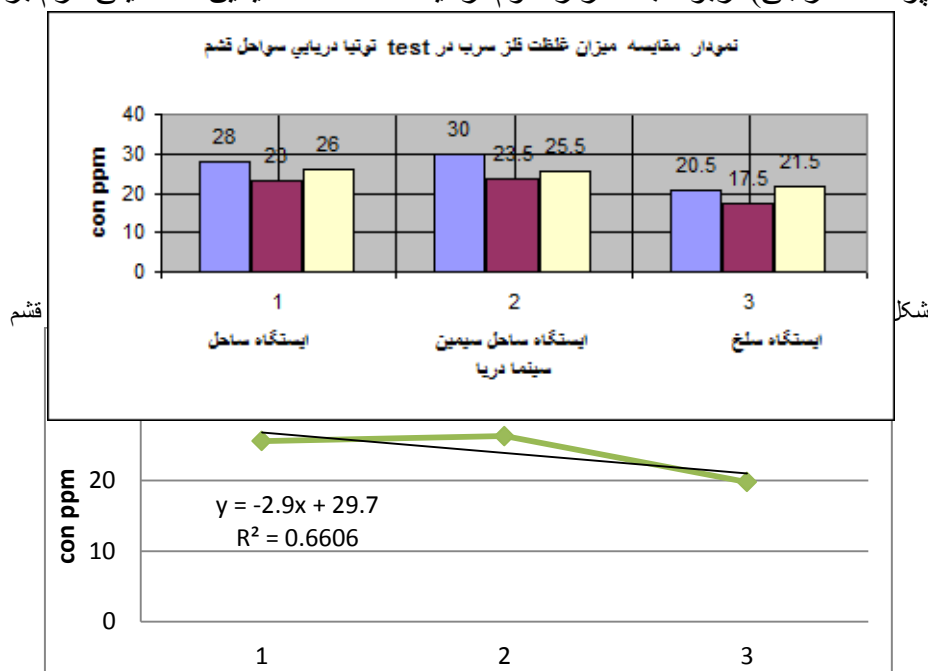
شکل ۳-۱۲- مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت سخت (پای لوله ای- خار) توتیای بومی سواحل قشم

از جدول فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلاینده سرب با یک شیب بسیار آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۸-۳- جدول غلظت فلز سرب در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (Test - پوسته خارجی)

سرب (Test - پوسته خارجی)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	26	23	28	25.6	۲,۵۱۶۶۱
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	25.5	23.5	30	26.3	۳,۳۲۱۸۳
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	21.5	17.5	20.5	19.8	۲,۰۸۱۶۷

از جدول فوق مشخص است که کمترین غلظت سرب در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) مربوط به تکرار دوم از ایستگاه ساحل سلخ ۱۷,۵ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت سرب در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سیمین ۳۰ میلی گرم بر گرم می باشد.



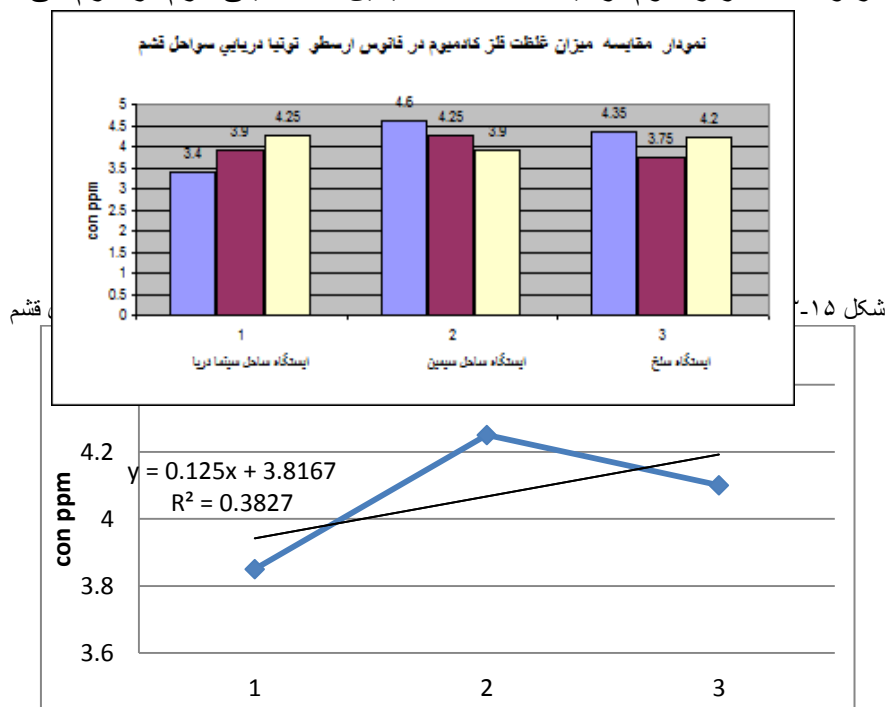
شکل ۱۴-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) توتیای بومی سواحل قشم

از نمودار فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلاینده سرب با یک شیب بآرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به کاهش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۹-۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (فانوس ارسطو)

کادمیوم (فانوس ارسطو)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	4.25	3.9	3.4	4.18	۰,۷۲۷۲۰
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	3.9	4.25	4.6	4.31	۰,۳۵
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	4.2	3.75	4.35	4.3	۰,۳۱

از جدول فوق مشخص است که کمترین غلظت کادمیوم در بافت سخت (فانوس ارسطو) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سینما دریا ۳,۴ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (فانوس ارسطو) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سیمین ۴,۶ میلی گرم بر گرم می باشد.



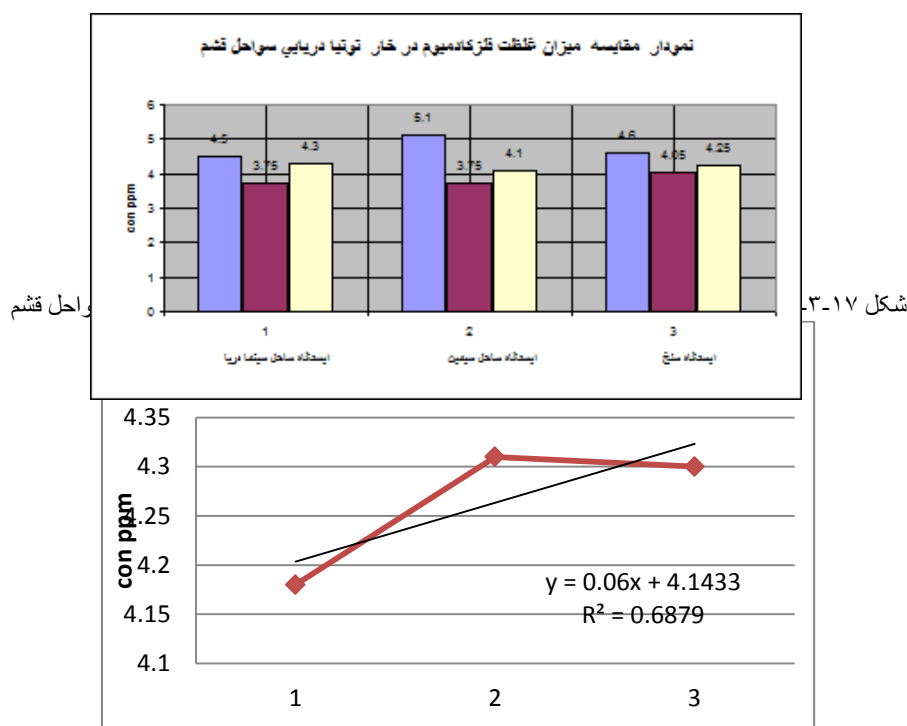
شکل ۱۶-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (فانوس ارسطو) توتیای بومی سواحل قشم

از نمودار فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلاینده کادمیوم با یک شیب مستقیم از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۱۰-۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (پای لوله ای- خار)

کادمیوم (پای لوله ای- خار)	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	mean	Std.Deviation
ایستگاه ۱- سینما دریا	4.3	3.75	4.5	4.18	۰,۳۸۸۳
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	4.1	3.75	5.1	4.31	۰,۷۰۰۵
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	4.25	4.05	4.6	4.3	۰,۲۷۸۳۹

از جدول فوق مشخص است که کمترین غلظت کادمیوم در بافت سخت (پای لوله ای- خار) مربوط به تکرارهای دوم از ایستگاه های سینما دریا و ساحل سیمین ۳,۷۵ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (پای لوله ای- خار) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سلخ ۴,۶ میلی گرم بر گرم می باشد.



از نمودار فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلایندہ کادمیوم با یک شیب آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۱۱-۳- جدول غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک توتیا در بافت سخت (Test - پوسته خارجی)

Std.Deviation	mean	تکرار سوم	تکرار دوم	تکرار اول	کادمیوم (Test - پوسته خارجی)
۰,۴۳۵۸۹	5.85	6.05	5.35	6.15	ایستگاه ۱- سینما دریا
۰,۲۱۷۹۴	5.1	5.2	4.85	5.25	ایستگاه ۲- ساحل سیمین
۰,۵۷۶۶۳	5.65	5.1	5.6	6.25	ایستگاه ۳- ساحل سلخ

از جدول فوق مشخص است که کمترین غلظت کادمیوم در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) مربوط به تکرار سوم از ایستگاه ساحل سلخ ۵,۱ میلی گرم بر گرم می باشد و بیشترین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) مربوط به تکرار اول از ایستگاه ساحل سلخ ۶,۲۵ میلی گرم بر گرم می باشد.

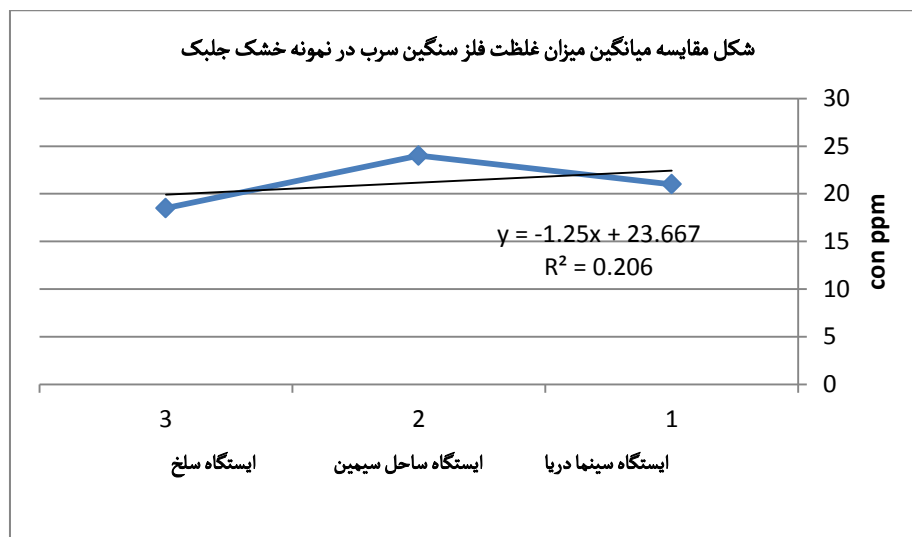


شکل ۲۰-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت کادمیوم در بافت سخت (Test - پوسته خارجی) توتیای بومی سواحل قشم

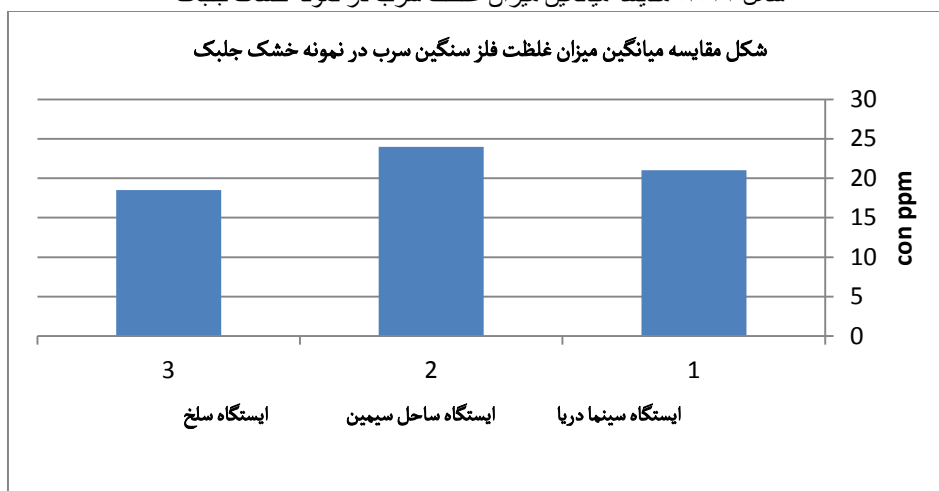
از نمودار فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلاینده کادمیوم با یک شیب آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۳-۱۲- جدول غلظت میانگین فلز سرب در نمونه خشک جلبک

سرب (جلبک)	mean
ایستگاه ۱- سینما دریا	21
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	24
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	18.5



شکل ۳-۲۱- مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در نمونه خشک جلبک

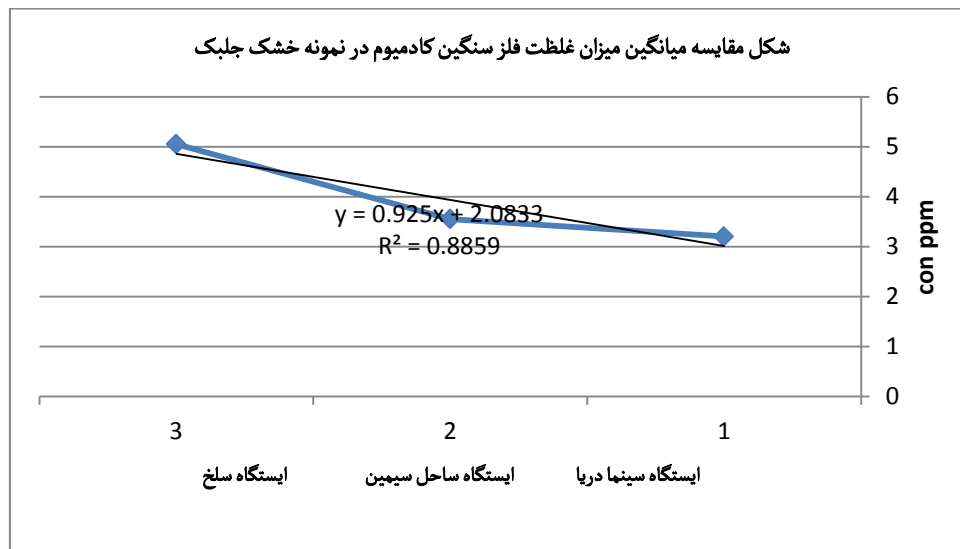


شکل ۳-۲۲- مقایسه میانگین میزان غلظت سرب در نمونه خشک جلبک

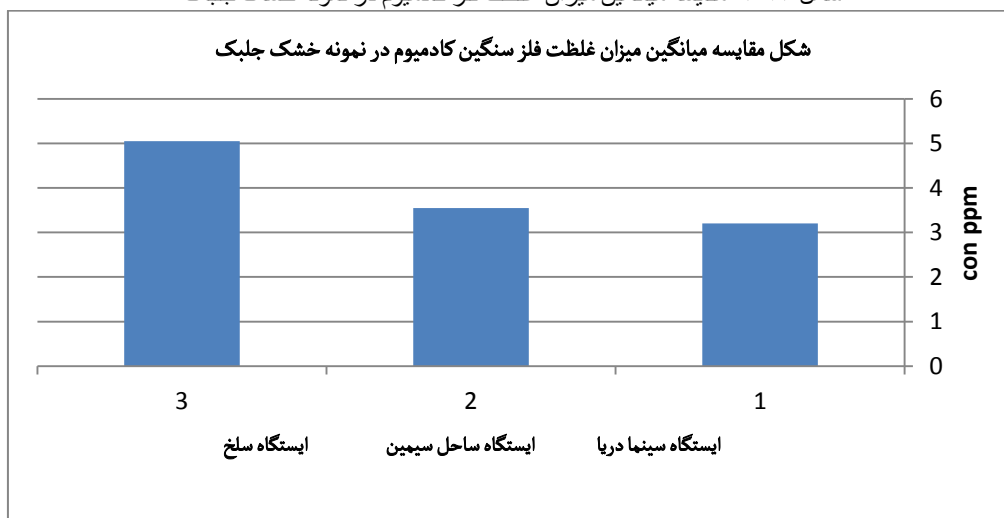
از نمودارهای فوق این نتیجه حاصل می شود که غلظت آلاینده سرب با یک شیب آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به کاهش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.

جدول ۱۳-۳- جدول غلظت میانگین فلز کادمیوم در نمونه خشک جلبک

کادمیوم (جلبک)	mean
ایستگاه ۱- سینما دریا	3.2
ایستگاه ۲- ساحل سیمین	3.55
ایستگاه ۳- ساحل سلخ	5.05

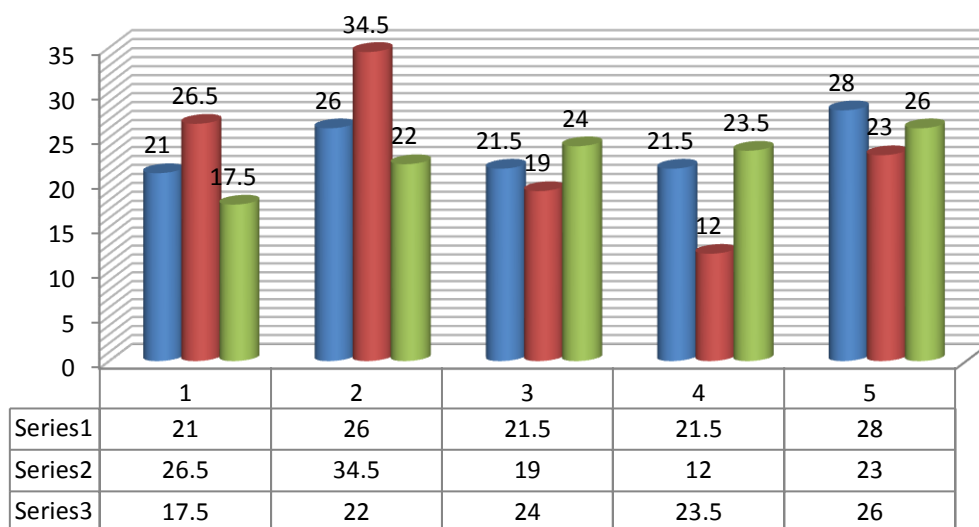


شکل ۲۳-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک جلبک



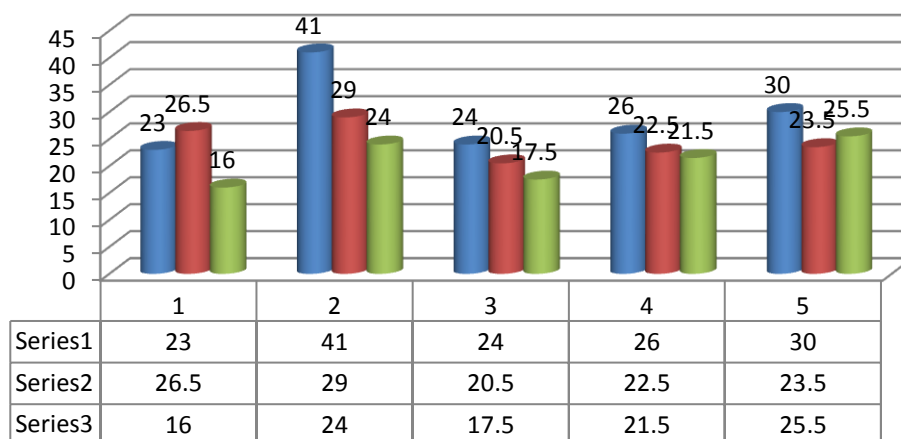
شکل ۲۴-۳- مقایسه میانگین میزان غلظت فلز کادمیوم در نمونه خشک جلبک

از نمودار فوق این نتیجه به دست می آید که غلظت آلاینده کادمیوم با یک شیب آرام از سمت ایستگاه اول به سمت ایستگاه سوم رو به افزایش است در حالیکه طبق آنالیز آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد.



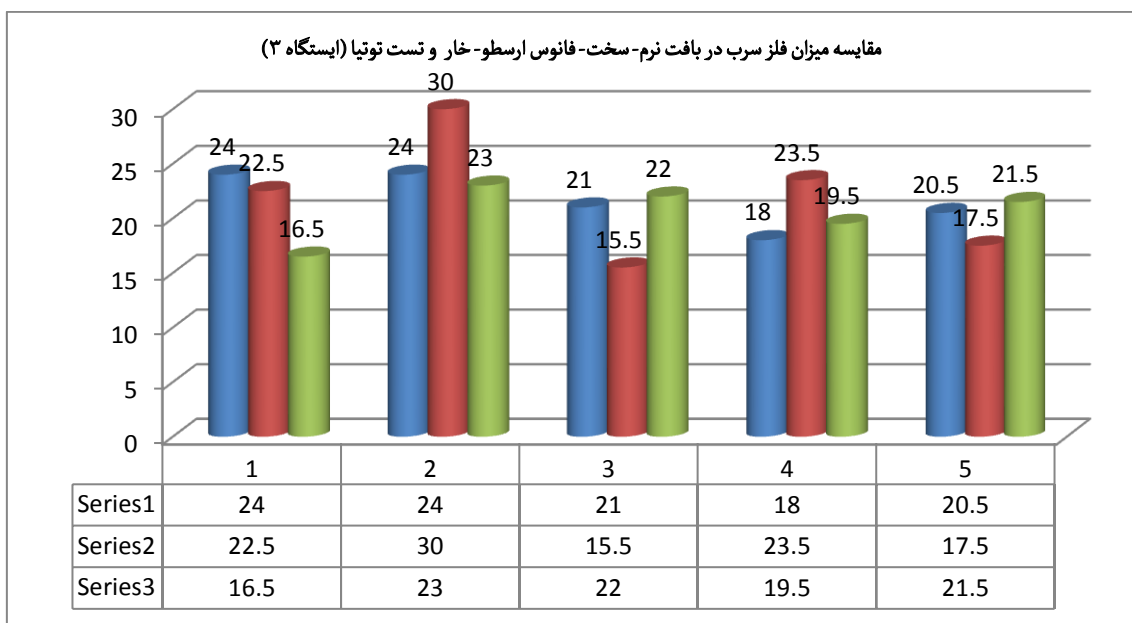
مقایسه میزان فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و تست توتیا (ایستگاه ۱)

شکل ۲۵-۳- مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۱

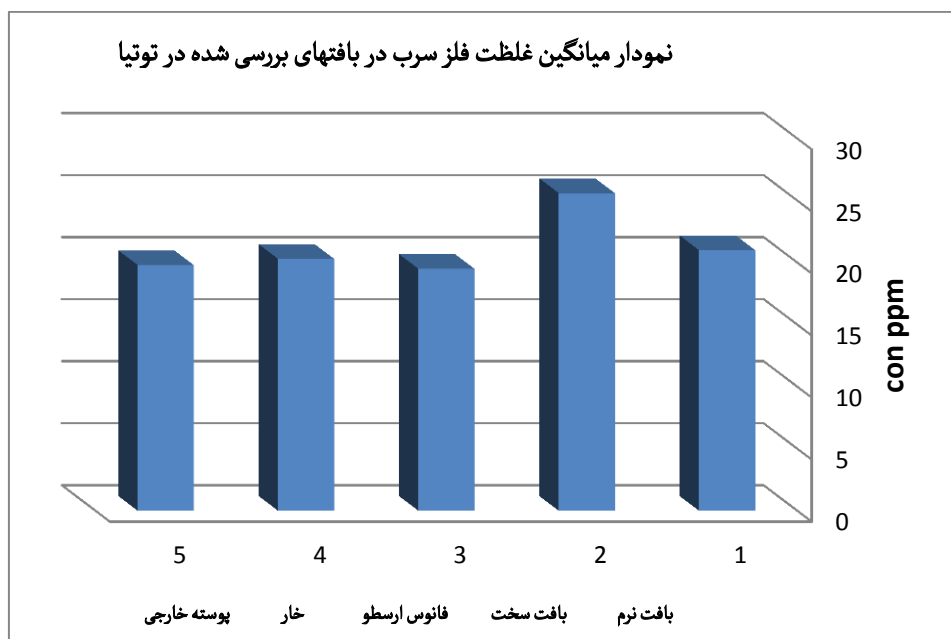


مقایسه میزان فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و تست توتیا (ایستگاه ۲)

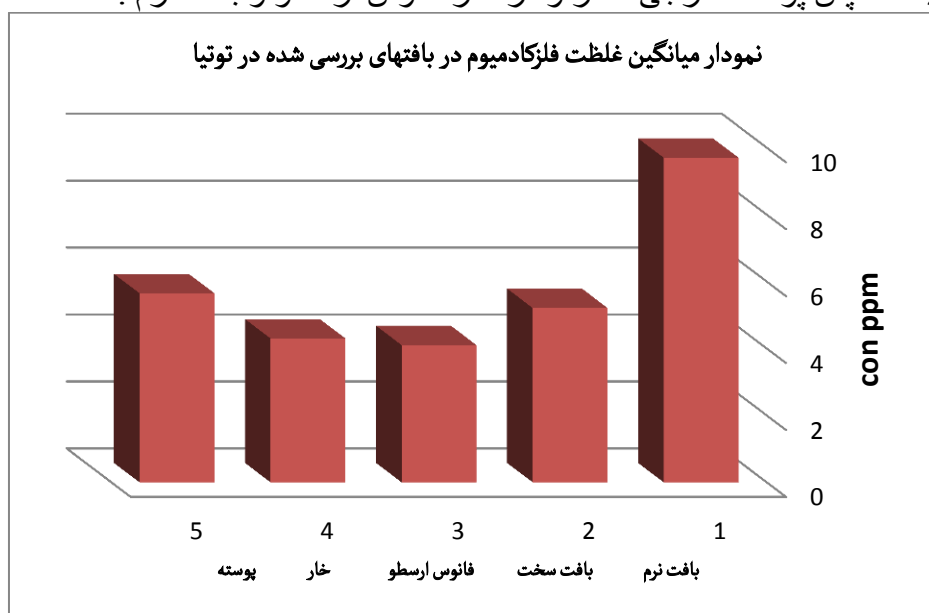
شکل ۲۶-۳- مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۲



شکل ۲۷-۳. مقایسه فلز سرب در بافت نرم- سخت- فانوس ارسطو- خار و پوسته خارجی توتیا در ایستگاه ۳



شکل ۲۸-۳. مقایسه میانگین غلظت فلز سرب در بافت های مختلف توتیا
از نمودار فوق مشخص اسن که بیشترین میزان غلظت فلز سرب در بین قسمت های مرد مطالعه توتیا در بافت سخت می باشد سپس پوسته خارجی، خار و در آخر فانوس ارسطو و بافت نرم .



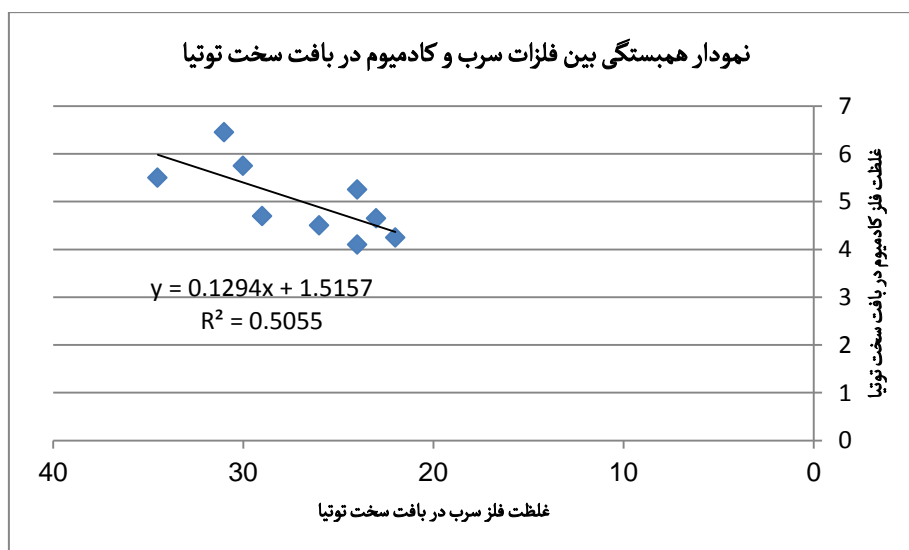
شکل ۲۹-۳. مقایسه میانگین غلظت فلز کادمیوم در بافت های مختلف توتیا
از نمودار فوق مشخص است که بیشترین میزان غلظت فلز کادمیوم در بین قسمت های مورد مطالعه توتیا در بافت نرم می باشد سپس پوسته خارجی، بافت سخت، خار و در آخر فانوس ارسطو.

بررسی وجود روابط همبستگی:

جهت پی بردن به وجود روابط همبستگی، ضریب همبستگی بررسی گردید. بررسی ضریب همبستگی بین عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا گویای همبستگی مستقیم خیلی ضعیف بین پارامترهای

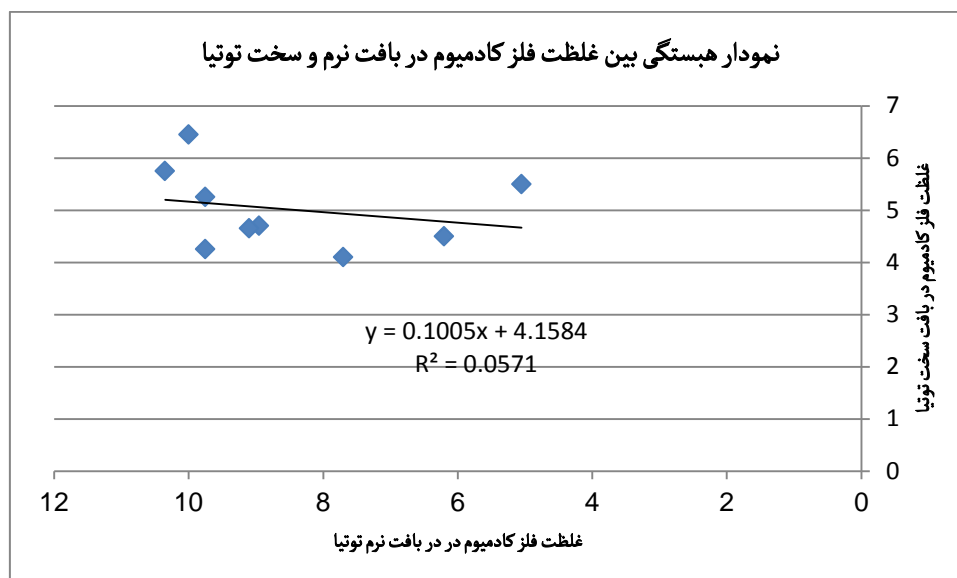


شکل ۳۰-۳- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا



شکل ۳۱-۳- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت سخت توتیا

بررسی ضریب همبستگی بین عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافت سخت توتیا گویای همبستگی معکوس قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0/71$)



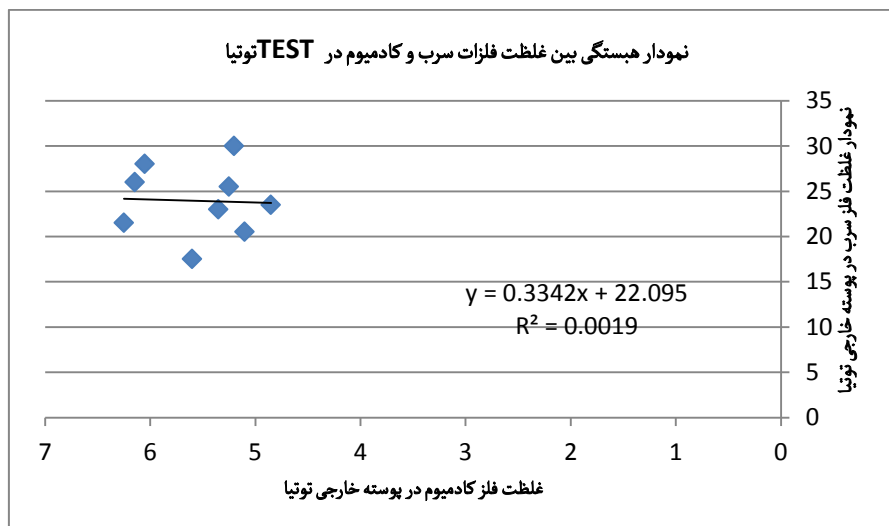
شکل ۳-۳۲- نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بافت سخت و نرم توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بین بافت سخت و نرم توتیا گویای همبستگی معکوس ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.238$)



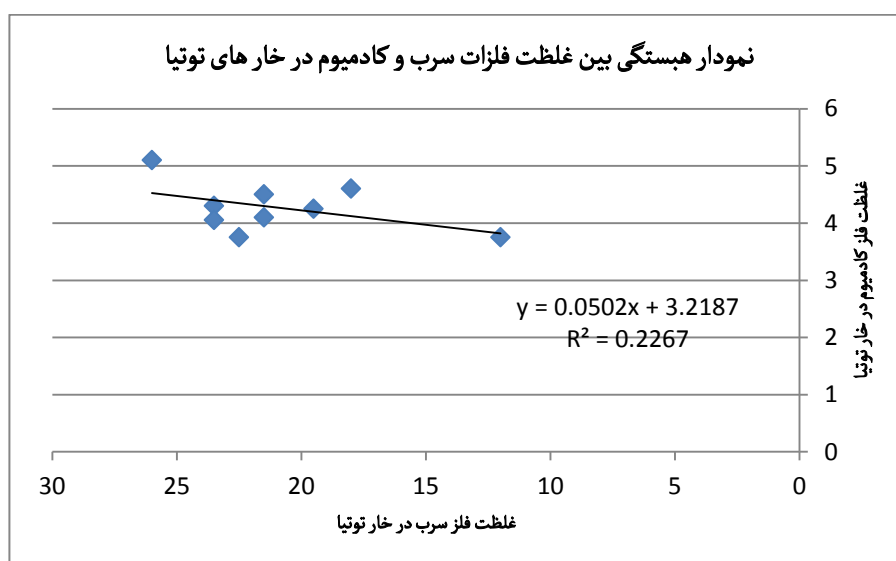
شکل ۳-۳۳- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بافت سخت و نرم توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بین بافت سخت و نرم توتیا گویای همبستگی معکوس قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.768$)



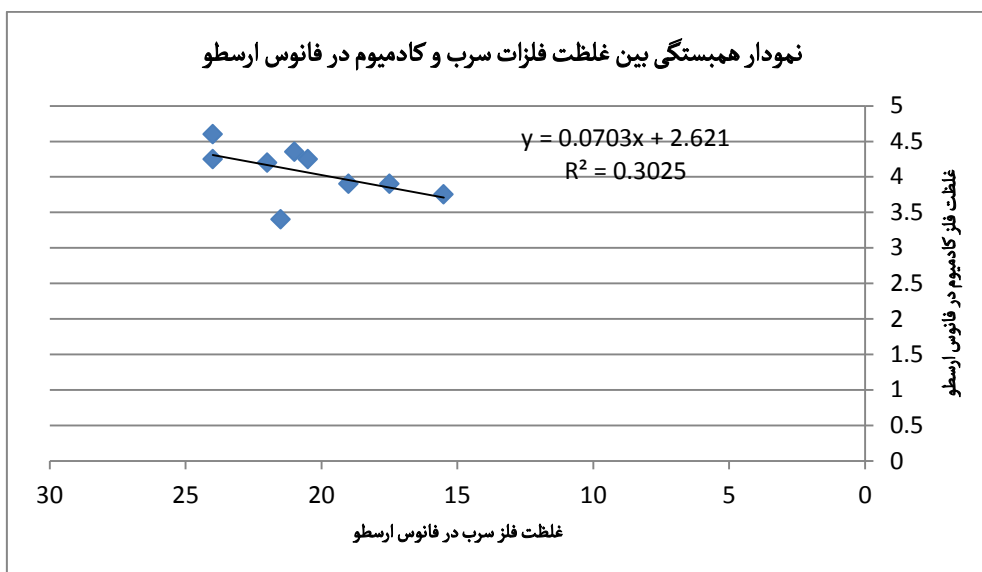
شکل ۳۴-۳- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت پوسته خارجی توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در پوسته خارجی توتیا گویای همبستگی معکوس خیلی ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0/031$)



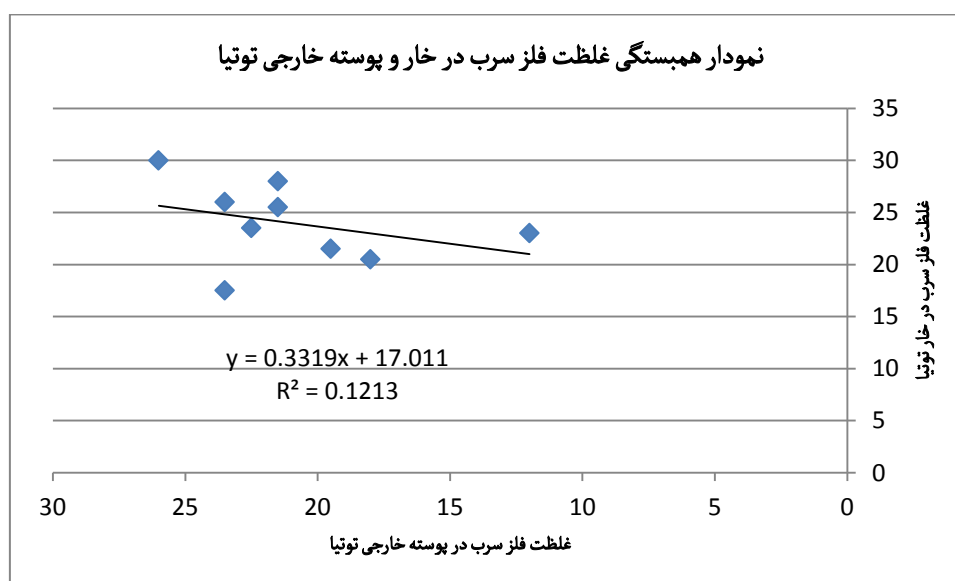
شکل ۳۵-۳- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت پوسته خارجی توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در خار توتیا گویای همبستگی معکوس متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0/473$)



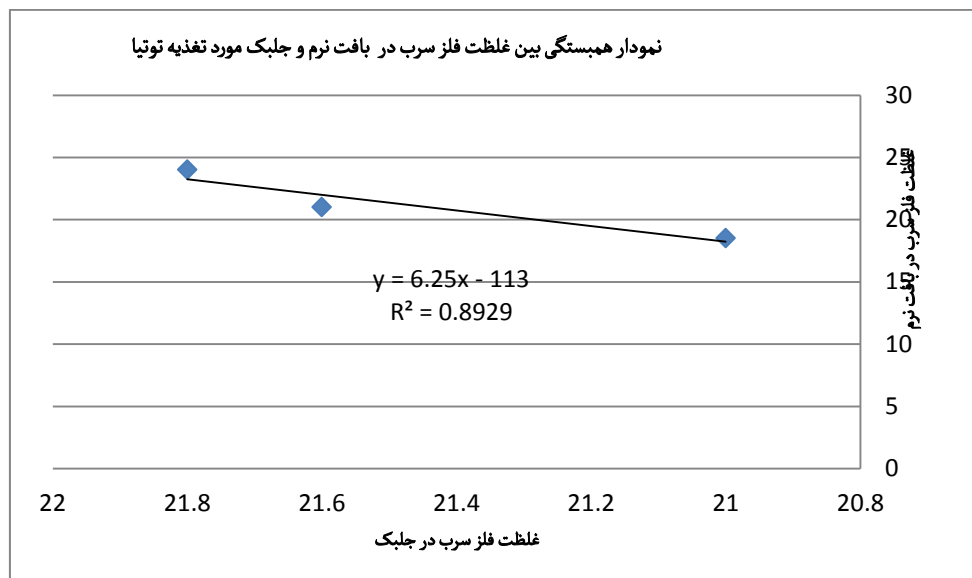
شکل ۳-۳۶- نمودار همبستگی بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در فانوس ارسطو توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در فانوس ارسطو گویای همبستگی معکوس متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۵۴۹$)



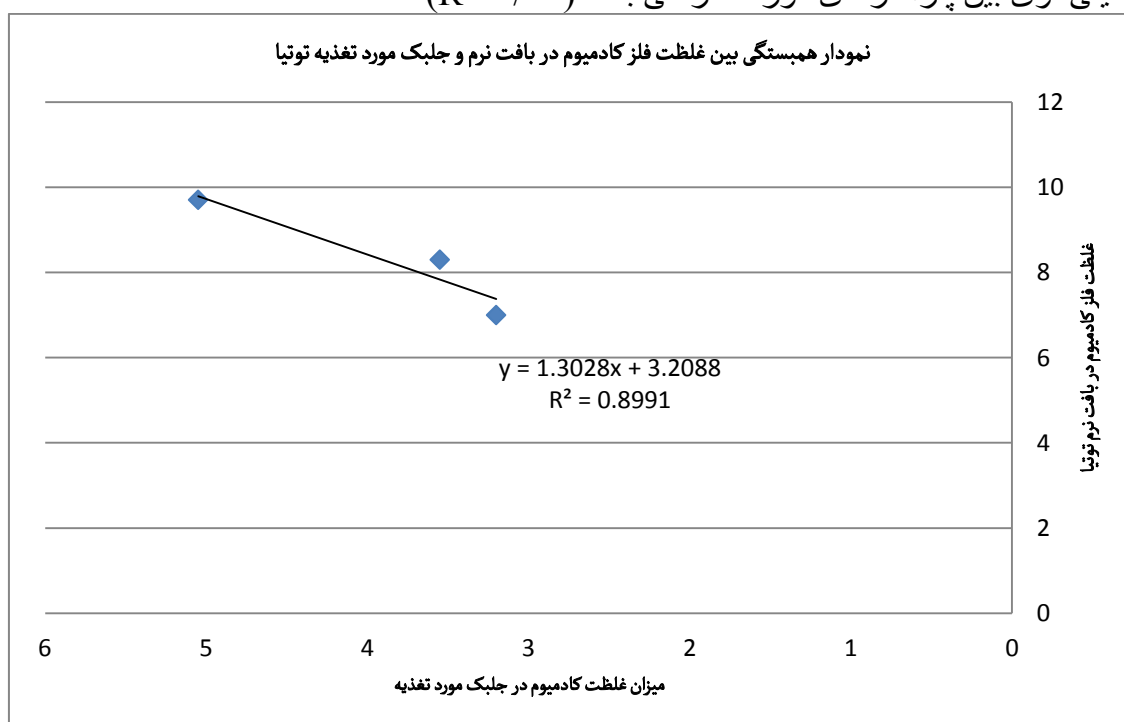
شکل ۳-۳۷- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین خار و پوسته خارجی توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در خار و پوسته خارجی توتیا گویای همبستگی معکوس ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۳۴۷$)



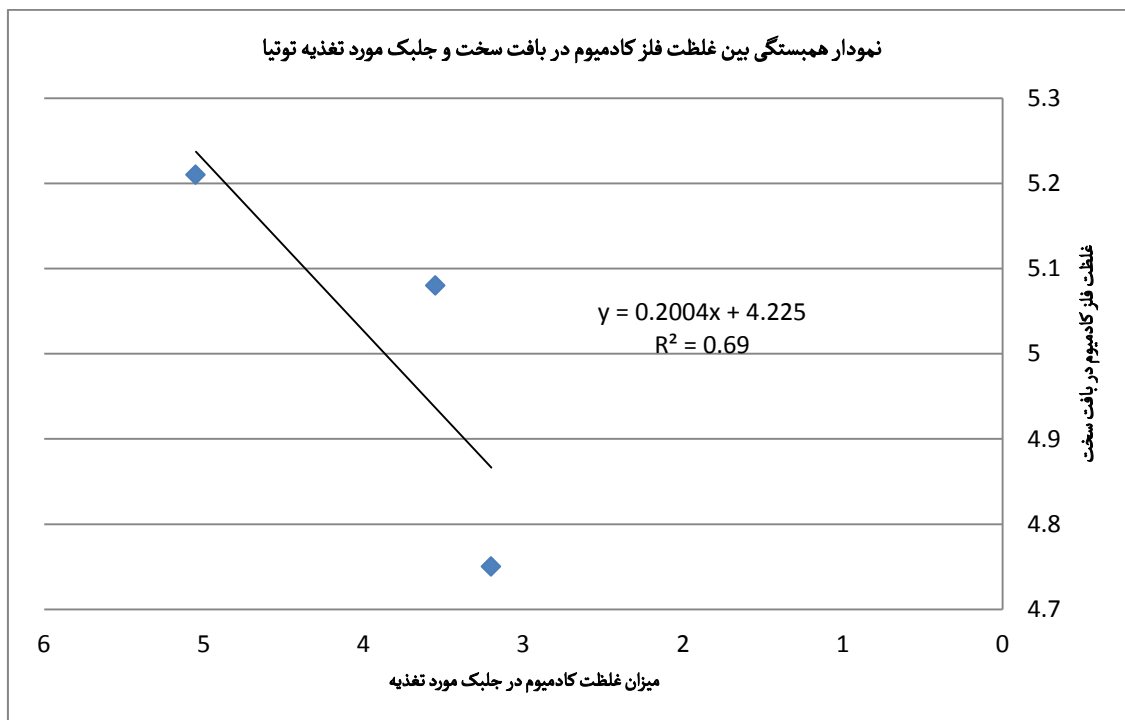
شکل ۳۸- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بافت نرم و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۹۴$)



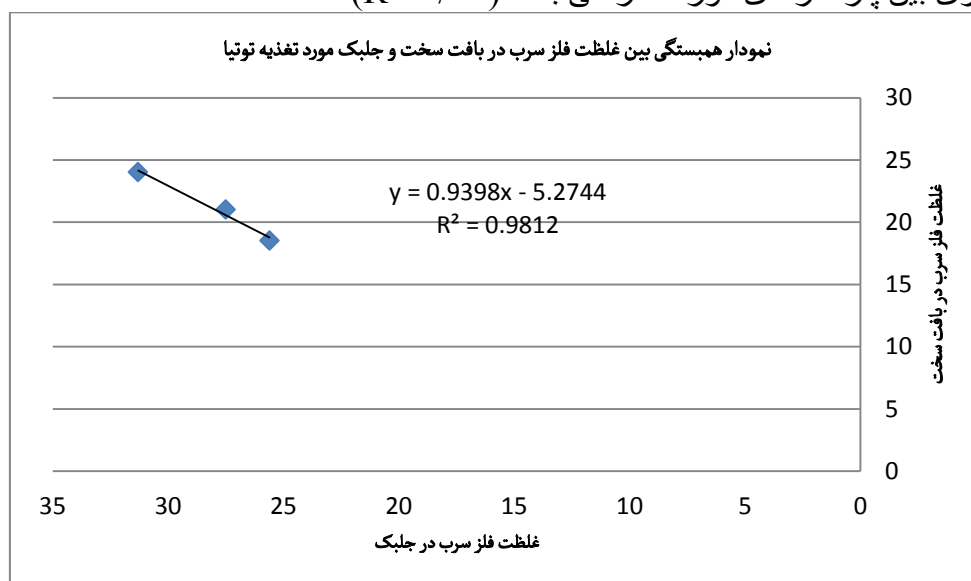
شکل ۳۹- نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بافت نرم و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۹۴$)



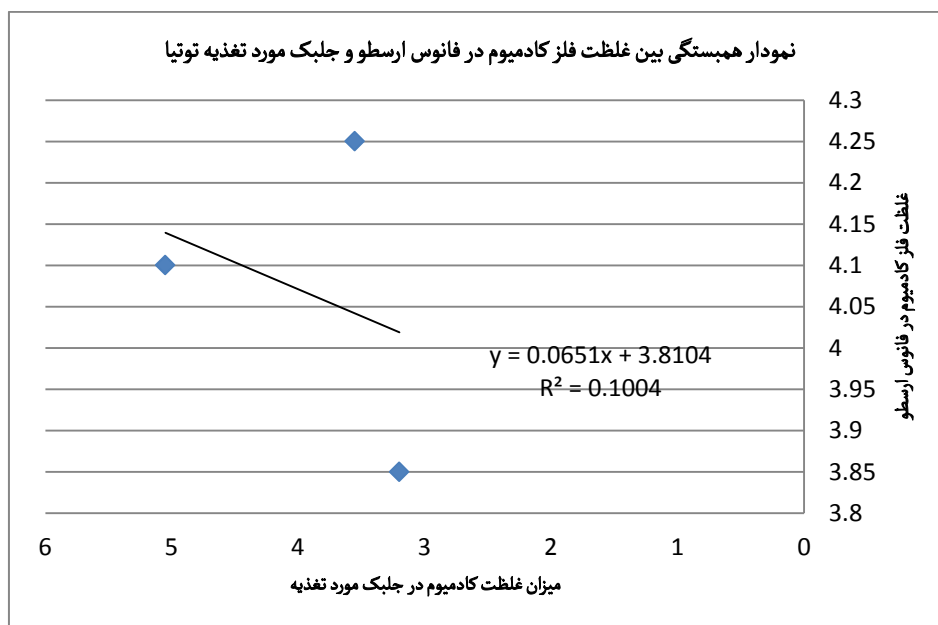
شکل ۳-۴۰- نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بین بافت سخت و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بافت سخت توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.83$)



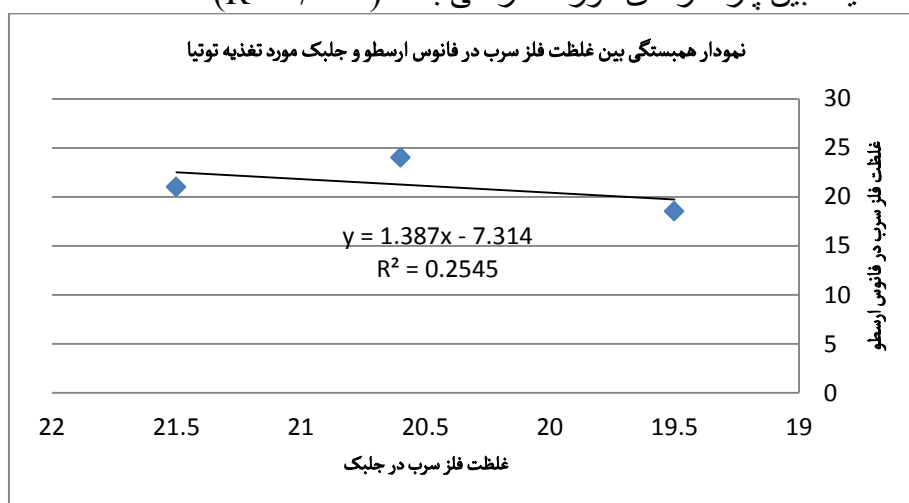
شکل ۳-۴۱- نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین بافت سخت و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بافت سخت توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.99$)



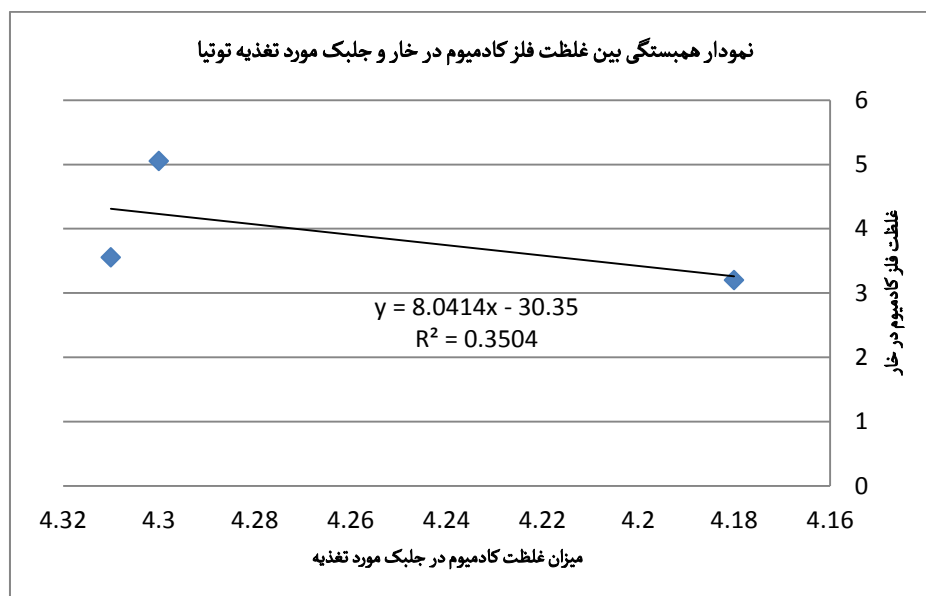
شکل ۴۲-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بین بافت سخت (فانوس ارسطو) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در فانوس ارسطو توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.316$)



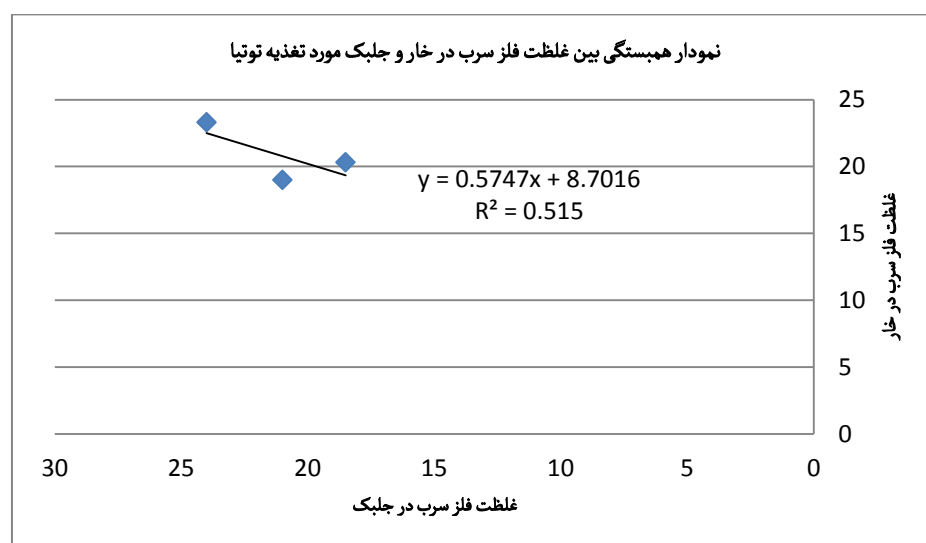
شکل ۴۳-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین بافت سخت (فانوس ارسطو) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در فانوس ارسطو توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.503$)



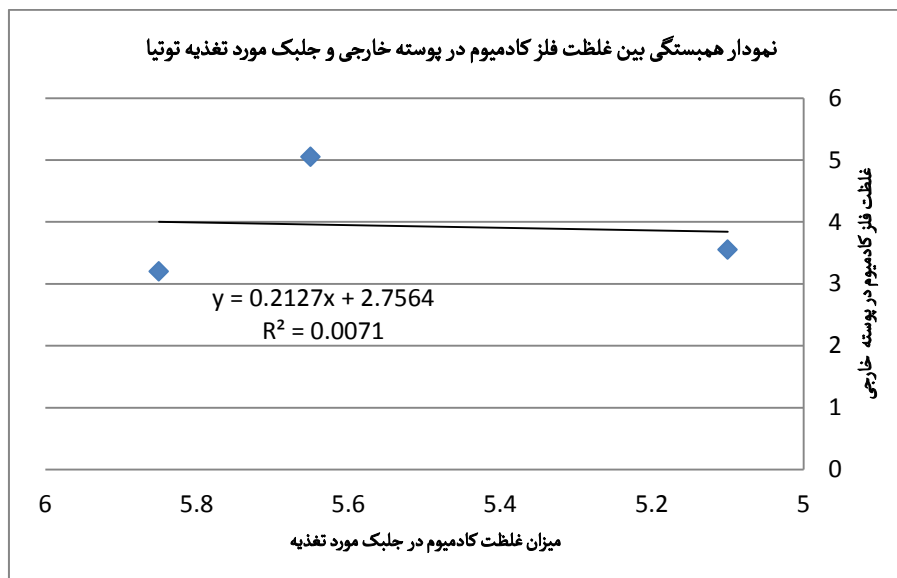
شکل ۴۴-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بین بافت سخت (خار) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در خار توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۵۹۱$)



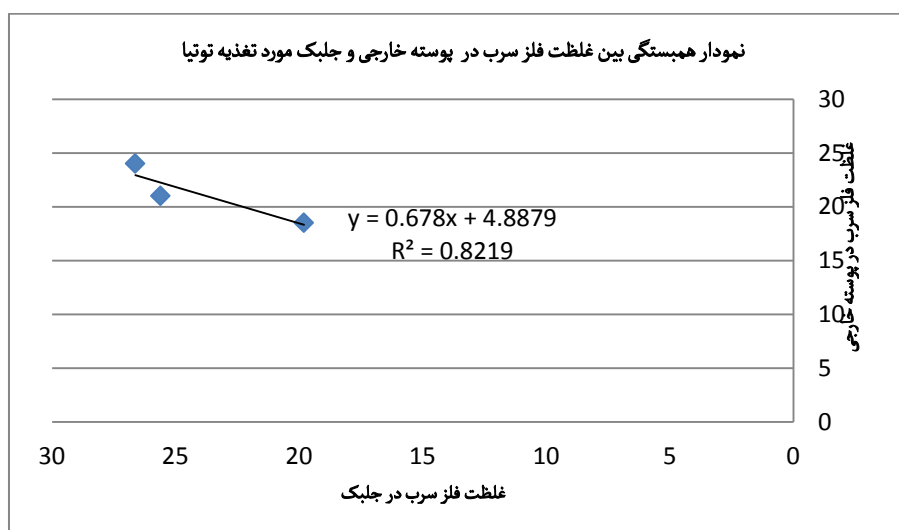
شکل ۴۵-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین بافت سخت (خار) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در خار توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = ۰/۷۱۷$)



شکل ۴۶-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز کادمیوم در بین بافت سخت (پوسته خارجی) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در پوسته خارجی توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.008$)



شکل ۴۷-۳. نمودار همبستگی بین غلظت فلز سرب در بین بافت سخت (پوسته خارجی) و جلبک مورد تغذیه توتیا

بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در پوسته خارجی توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم بسیار قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($R = 0.906$)

جدول ۱۶-۳- جدول ماتریس همبستگی بین سرب و بافت های مختلف

خار	پوسته خارجی	فانوس ارسطو	بافت سخت	بافت نرم	جلبک	شاخص آماری	
۰/۷۱۷	۰/۹۰۶	۰/۵۰۳	۰/۹۹	۰/۹۴	۱	همبستگی پیرسون	جلبک
۳	۳	۳	۳	۳		تعداد	
۰/۴۴۹	۰/۹۸۹	۰/۷۸۹	۰/۷۶۸	۱		همبستگی پیرسون	بافت نرم
۹	۹	۹	۹			تعداد	
۰/۸۰۶	۰/۸۱۶	۰/۳۸۰	۱			همبستگی پیرسون	بافت سخت
۹	۹	۹				تعداد	
۰/۲۳۸	۰/۸۴۴	۱				همبستگی پیرسون	فانوس ارسطو
۹	۹					تعداد	
۰/۳۴۷	۱					همبستگی پیرسون	پوسته خارجی
۹						تعداد	
۱						همبستگی پیرسون	خار
						تعداد	

جدول ۱۷-۳- جدول ماتریس همبستگی بین کادمیوم و بافت های مختلف

خار	پوسته خارجی	فانوس ارسطو	بافت سخت	بافت نرم	جلبک	شاخص آماری	
۰/۵۹۱	-۰/۰۸	۰/۳۱۶	۰/۸۳	۰/۹۴	۱	همبستگی پیرسون	جلبک
۳	۳	۳	۳	۳		تعداد	
۰/۸۵۴	۰/۲۵۴	۰/۶۷۷	۰/۲۳۸	۱		همبستگی پیرسون	بافت نرم
۹	۹	۹	۹			تعداد	
۰/۹۷۳	۰/۵۲۸	۰/۸۰۸	۱			همبستگی پیرسون	بافت سخت
۹	۹	۹				تعداد	
۰/۹۷۱	۰/۹۲۶	۱				همبستگی پیرسون	فانوس ارسطو
۹	۹					تعداد	
۰/۷۲۱	۱					همبستگی پیرسون	پوسته خارجی
۹						تعداد	
۱						همبستگی پیرسون	خار
						تعداد	

فصل چهارم

بحث و نتیجه گیری

۴-۱- بررسی فرضیات تحقیق:

فرض بر این است که مقدار ماده آلاینده در ایستگاه ها با هم تفاوت دارد و دارای اختلاف معنی دار است و فرض بر این است که غلظت مواد آلاینده در بافت های نرم و سخت متفاوت است و این که آیا می توان از این موجود به تنهایی به عنوان شاخص زیستی در سواحل صخره ای برای ارزیابی زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین استفاده نمود ؟

طبق نتایج حاصله از این تحقیق مقدار ماده آلاینده در ایستگاه های مختلف با یکدیگر متفاوت بوده اما دارای اختلاف معنی داری نمی باشد و جهت پی بردن به وجود اختلاف معنی دار در مقایسه بین بافتهای مختلف توتیاهای جمع آوری شده، آنالیز داده ها با One way- Anova بررسی شدن و نتایج حاکی از آن بود که در ایستگاه های نمونه برداری شده اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۵ مشاهده نگردید.

عدم مشاهده اختلاف معنی دار در مقایسه غلظت عناصر سرب و کادمیوم در قسمت های مختلف توتیا با استفاده از آنالیز One way- Anova , Tukey Test انجام گردید.

طی بررسی انجام شده میزان مواد آلاینده در بافت های مختلف دارای اختلاف بود اما این اختلاف در ایستگاه ها نمونه برداری شده معنی دار نبوده است. (بافت های که مورد سنجش قرار گرفتند عبارتند از ۱- بافت نرم شامل کلیه امیاء و احشا داخلی توتیا ۲- بافت سخت به تنهایی ۳- فانوس ارسطو به عنوان بخشی از بافت سخت ۴- پوسته خارجی توتیا به عنوان یکی دیگر از اجزای بافت سخت ۴- خارها توتیا نیز به عنوان بخشی از بافت سخت ۵- فانوس ارسطو توتیا به عنوان بخشی از بافت سخت و نتایج حاصله عبارت از این بودند که غلظت متوسط عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافتهای مورد نظر به شرح ذیل بودند :

• سرب (بافت نرم) ۲۱/۴ - سرب (بافت سخت) ۲۸/۱ - سرب (فانوس ارسطو) ۲۰/۵ - سرب (خار) ۲۰/۸ - سرب (پوسته داخلی) ۲۳/۹ - سرب (جلبک) ۲۱/۱ ppm گزارش گردید.

• کادمیوم (بافت نرم) ۸/۳ - کادمیوم (بافت سخت) ۵/۰۱ - کادمیوم (فانوس ارسطو) ۴/۰۶ - کادمیوم (خار) ۴/۶ - کادمیوم (پوسته داخلی) ۵/۵ - کادمیوم (جلبک) ۳/۹ ppm گزارش گردید.

جهت پی بردن به وجود اختلاف معنی دار در غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافتهای اندازه گیری شده تحقیق، از آنالیز واریانس استفاده شد و نتایج به شرح زیر مشاهده گردید:

✓ در مقایسه غلظت سرب در بافت نرم در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 نیز گویای همین مطلب است.

✓ در مقایسه غلظت سرب در بافت سخت در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 و آنالیز واریانس نیز گویای این مطلب هستند.

✓ در مقایسه غلظت سرب در بافت های سخت (فانوس ارسطو، خار و پوسته خارجی) در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 و آنالیز واریانس نیز گویای این مطلب هستند.

- ✓ در مقایسه غلظت کادمیوم در بافت نرم در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 نیز گویای همین مطلب است.
- ✓ در مقایسه غلظت کادمیوم در بافت سخت در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 و آنالیز واریانس نیز گویای این مطلب هستند.
- ✓ در مقایسه غلظت کادمیوم در بافت های سخت (فانوس ارسطو، خار و پوسته خارجی) در ایستگاه های مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید، همچنین نتایج تست T3 و آنالیز واریانس نیز گویای این مطلب هستند.

۲-۴- بررسی وجود روابط همبستگی:

جهت پی بردن به وجود روابط همبستگی بین میزان غلظت آلاینده های سرب و کادمیوم در بافتهای مختلف توتیا و ارتباط آنها با محیط (در اینجا منظور از محیط جلبک مورد تغذیه می باشد)، ضرایب همبستگی فاکتورهای ذکر شده بررسی گردید.

- بررسی ضریب همبستگی بین عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا گویای همبستگی مستقیم خیلی ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.17$) و همبستگی قابل توجهی مشاهده نگردید.
- بررسی ضریب همبستگی بین عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافت سخت توتیا گویای همبستگی مستقیم قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.71$)
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بین بافت سخت و نرم توتیا گویای همبستگی مستقیم ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.238$)
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بین بافت سخت و نرم توتیا گویای همبستگی مستقیم قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.768$)
- بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در پوسته خارجی توتیا گویای همبستگی مستقیم خیلی ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.31$)
- بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در خار توتیا گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.473$)
- بررسی ضریب همبستگی فلزات سنگین سرب و کادمیوم در فانوس ارسطو گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.549$)
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در خار و پوسته خارجی توتیا گویای همبستگی مستقیم ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.347$)
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم بسیار قوی بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.94$) این بدان معنا می

- باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی منفی وجود دارد و با افزایش غلظت سرب در جلبک غلظت سرب در بافت نرم توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم **بسیار قوی** بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.94$) این بدان معنا می باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبتی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سنگین کادمیوم در جلبک غلظت فلز کادمیوم در بافت نرم توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بافت سخت توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم **بسیار قوی** بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.83$) این بدان معنا می باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبتی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سنگین کادمیوم در جلبک غلظت کادمیوم نیز در بافت سخت توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بافت سخت توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم **بسیار قوی** بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.99$) این بدان معنا می باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبتی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سرب در جلبک غلظت فلز سرب در بافت سخت توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در فانوس ارسطو توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.316$)
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در فانوس ارسطو توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.503$)
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در خار توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم متوسط بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.591$)
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در خار توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم **قوی** بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.717$) این بدان معنا می باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبتی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سرب در جلبک غلظت فلز سرب در بافت سخت توتیا (خار) نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در پوسته خارجی توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم خیلی ضعیف بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = -0.08$)
 - بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در پوسته خارجی توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی مستقیم **بسیار قوی** بین پارامترهای مورد نظر می باشد ($r = +0.906$) این بدان معنا می باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبتی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سرب در جلبک غلظت فلز سرب در بافت سخت توتیا (پوسته خارجی) نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.

از آنجائی که در بررسی ضریب همبستگی میان میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت سخت و نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه ارتباط معنی داری وجود دارد (ضریب همبستگی حدود ۹۰٪) این همبستگی نشانگر این است که تغییرات غلظت فلزات سرب و کادمیوم در ایستگاه های مختلف و در اندامهای مختلف متناسب با تغییرات غلظت آن فلزات در جلبک مورد تغذیه بوده است و تغییرات غلظت فلزات سرب و کادمیوم در

ایستگاه های مختلف متناسب با تغییرات غلظت همان فلزها در جلبک متناسب بوده است و این سواحل از نظر آلودگی فلزات سنگین خیلی با هم متفاوت نمی باشد و دلایل آن را می توان به شرح ذیل توجیه کرد:

۱- وابستگی موجود (توتیای دریایی) و جلبک مورد تغذیه با بستر که افزایش یا کاهش

فلزات سنگین به طور مستقیم در هر دو موجود تاثیر می گذارد؛

۲- وجود منابع و کانون تولید آلاینده یکسان بوده است؛

۳- نزدیک بودن ایستگاه های مورد مطالعه؛

۴- نمونه مورد نظر تنها در سواحل جنوبی یافت شدند و توتیا مورد نظر همگی در سواحل صخره ای زیست می کردند؛

۵- به دلیل اینکه هم توتیا و هم جلبک از موجودات وابسته به بستر هستند آلاینده های جذب شده در بدن آنها مشخصاً مربوط به همان ایستگاه می باشد.

۴-۵- مقایسه نتایج به دست آمده با مطالعات پیشین :

در این بخش نتایج به دست آمده از پروژه را با سایر مطالعات صورت گرفته در این زمینه مقایسه نموده و به یک جمع بندی کلی دست می یابیم؛

توتیای دریایی در زنجیره شکار و کارگری در مناطق حاره ای به عنوان غذای اصلی ماهی ها، فوک ها، وال ها گزارش گردیده است. (Muir et al., 1999) لذا از این طریق قادر است آلاینده های فلزات سنگین غیر ضروری را از طریق تجمع زیستی به لایه های بالاتر نیز انتقال دهد.

✓ در ایران تحقیقی در ارتباط با اندازه گیری میزان آلاینده های فلزات سنگین بر روی خارپوستان

موجود نمی باشد لذا نمی توان نتایج حاصله را با داده های موجود در کشور مقایسه نمود.

✓ اکثر تحقیقات انجام گرفته در این زمینه بر روی لارو توتیا می باشد.

(Radenac et al., 2001; Kobayashi and Okamura, 2005; Gopalakrishnan et al., 2008)

Kobayashi and Okamura در سال ۲۰۰۵ اثرات فلزات سنگین بر روی تکامل لارو توتیا را

بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که اثرات و تغییرات مشاهده شده بر اثر آلاینده های فلزات

سنگین بوده است و یک ارتباط مستقیم بین این اثرات و غلظت آلاینده ها وجود دارد و میزان سمیت

عناصر سنگین بررسی شده به ترتیب زیر می باشد $Cu > Zn > Pb > Fe > Mn$

✓ و یا در دیگر تحقیقات موجود به بررسی تاثیر غلظت فلزات سنگین بر روی تولید مثل توتیا

پرداخته است. (Au et al., 2001)

✓ و یا در تحقیقی دیگر به بررسی یافتن ها غلظت فلزات سنگین با استفاده از روشهای ملکولی به عنوان نشانگر زیستی اشاره شده است که ارتباط زادی با تحقیق حاضر ندارد.

(Aspholm and Hylland, 1998; Riek et al., 1999; Geraci et al., 2004)

✓ تحقیقات بسیار کمی در زمینه بررسی و اندازه گیری غلظت فلزات سنگین بر روی توتیا بالغ در محیط طبیعی صورت گرفته است .

(Bohn, 1979; Sadiq et al., 1996; Aspholm and Hylland, 1998; Stroeili et al., 2001; Deheyn et al., 2005),

البته در این تحقیقات نیز به بررسی و اندازه گیری غلظت فلزات سنگین به تنهایی پرداخته شده است و ارتباط بین تجمع زیستی این فلزات در بدن جاندار و زنجیره غذایی را بررسی نکرده اند لذا ضرورت این تحقیق به چشم می خورد.

✓ Dina Soualili et al در سال ۲۰۰۸ به بررسی و اندازه گیری تجمع فلزات سنگین از رسوبات منطقه و گندهای توتیا پرداخته است و در این تحقیق ثابت شد که آلودگی با فلز سرب در منطقه بسیار بالا است و همچنین گندهای جنس ماده از نظر میزان تجمع آلودگی فلزات سنگین بیشتر آلوده هستند و میزان غلظت متوسط فلز سنگین سرب در رسوبات مناطق مورد بررسی بین ۰/۷۵-۴۰/۶۳ $\mu\text{g}/\text{gr}$ و میزان غلظت متوسط فلز سنگین کادمیوم نیز بین ۰/۰۱-۱/۲۲ $\mu\text{g}/\text{gr}$ گزارش گردید

و همچنین میزان غلظت متوسط فلز سنگین سرب در گند توتیای مورد بررسی بین ۰/۱۲-۸/۷۷ و میزان غلظت متوسط فلز سنگین کادمیوم نیز بین ۰/۰۱-۰/۱۴ $\mu\text{g}/\text{gr}$ گزارش گردید و طی این

تحقیق به این نتیجه رسیدند که توتیای مورد بررسی به عنوان Bioindicator خوبی به شمار می رود و در هیچ کدام از مناطق مورد بررسی آلودگی زیاد با فلزات سنگین در رسوبات و بافتهای توتیا گزارش نگردید. و به طور کل غلظت فلز سرب تا حدی در رسوبات بیشتر گزارش گردید و نیز تمامی غلظت های اندازه گیری شده در گند جنس ماده بیشتر از گند جنس نر بوده است؛ و در تحقیق حاضر میانگین غلظت فلز سرب در بافت نرم توتیا ۱۶-۲۶/۵ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$) و میزان غلظت کادمیوم در کل بافت نرم بین ۶/۲-۱۰/۳۵ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$)

اندازه گیری گردید که در تحقیق حاضر مقادیر در مورد سرب ۴/۷۲ و در مورد فلز کادمیوم ۱۱۰ برابر بیشتر از میانگین غلظت گزارش شده در بافت نرم توتیا است.

✓ در تحقیقی که در سال ۲۰۰۱ توسط G. Radenac و همکاران بر روی عناصر سنگین (Cd, Cu, Pb, Zn) محلول در آب و لارو توتیا در جزیره اورلن در فرانسه انجام گرفت نتایج حاصل از میزان تجمع فلزات سنگین آن در لارو توتیا عبارت است از اینکه بیشترین میزان غلظت فلز سرب ۳۱۰۶ میلی گرم بر گرم در نمونه وزن خشک؛ کادمیوم ۴۳/۸ میلی گرم بر گرم در نمونه وزن خشک است. $\text{Cd } 0.274 < \text{Zn } 0.172 < \text{Cu } 0.075 < \text{Pb } 0.048$ که در مقایسه با

تحقیق حاضر ماکسیمم غلظت سرب ۱۱۷ برابر غلظت سرب در بافت نرم توتیا مورد تحقیق کمتر گزارش گردید و در ارتباط با کادمیوم نیز ۴/۲ برابر کمتر گزارش گردید که نشان دهنده این است در اورلن فرانسه به لحاظ آلودگی با فلزات سنگین در سطح بالایی قرار داشته است. که می تواند بر اثر تاثیر گذاری فعالیت های انسانی و ورود آلاینده های آلی و معدنی به عنوان آلودگی های غیر طبیعی باشد.

- ✓ تنها تحقیق موجود (In Young ahn et al, 2009) می باشد که در تحقیق فوق به بررسی و اندازه گیری میزان تجمع فلزات سنگین غیر ضروری در توتیای بالغ و رژیم غذایی توتیا (غذای غالب کلپ نام برده شده است) پرداخته است و نتایج حاصله عبارت است از اینکه میزان غلظت کادمیوم در گناد بین ۰/۵۲-۱/۶ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass گزارش گردیده و در کلیه بافتها و اندامهای داخلی بین ۰/۷۸-۲/۸ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass شایان ذکر است که غلظت سرب نیز به صورت زیر گزارش گردیده است: ۰/۰۳-۰/۰۸ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass در گنادها و ۰/۰۶-۰/۴۹ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass در کل بافتهای نرم و Bohn در سال ۱۹۷۹ میزان کادمیوم را در همان منطقه در گنادها به صورت زیر گزارش داده است ۰/۹-۱/۵ و در کل بافت ۱/۲-۱/۸ (Tissue dry mass $\mu\text{g}/\text{gr}$ و غلظتی برای فلز سرب در تحقیق فوق گزارش نگردیده است.
- ✓ در مقایسه با تحقیق حاضر که در منطقه قشم در خلیج فارس صورت گرفته است میزان غلظت سرب در کل بافت نرم ۱۶-۲۶/۵ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass اندازه گیری شد و میزان غلظت کادمیوم در کل بافت نرم بین ۶/۲-۱۰/۳۵ ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Tissue dry mass اندازه گیری گردید که در تحقیق حاضر مقادیر در مورد فلز سرب ۷۷/۲۷ و در مورد فلز کادمیوم ۴/۶۲ برابر بیشتر از میانگین غلظت گزارش شده در بافت نرم توتیا نسبت به تحقیق In Young ahn et al است.

جمع بندی :

- ۱- بافت نرم برای فلز سرب و کادمیوم می تواند به عنوان شاخص زیستی خوبی در نظر گرفته شود.
- ۲- بافت سخت برای فلز سرب و کادمیوم می تواند به عنوان شاخص خوبی زیستی در نظر گرفته شود.
- ۳- تناسب بسیار قوی بین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت سخت و نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه مشاهده گردید.
- ۴- بافت نرم به عنوان شاخص برای فلزات سرب و کادمیوم در حد بالایی پاسخگوی اهداف تحقیق بود.
- ۵- رابطه ای معکوس بین افزایش یا کاهش میزان سرب و کادمیوم در سه ایستگاه مورد بررسی وجود داشت، در هر ایستگاه اگر از ایستگاه اول به سوم افزایش مقدار سرب وجود داشت در ارتباط با کادمیوم از ایستگاه اول به سوم کاهش مقدار کادمیوم را می توان مشاهده نمود.

پیشنهادهات:

- ۱- انجام این مطالعه برای سایر فلزات سنگین آلاینده از جمله جیوه، آرسنیک، مس و غیره پیشنهاد می گردد.
- ۲- انجام این مطالعه در کلیه بافت های نرم به تفکیک گناد، معده، روده و ... پیشنهاد می گردد.
- ۳- انجام این مطالعه در لارو توتیا که در شرایط آزمایشگاهی بارور شده باشد پیشنهاد می گردد.

منابع فارسی:

- ۱- کورانلو، نفیسه. ۱۳۸۷. شناسایی انواع مختلف شاخه خارپوستان در سواحل خلیج فارس (قشم و بندر لنگه). دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۲- درفش، فروغ. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد فلس به عنوان شاخص زیستی آلودگی فلزات سنگین (سرب و روی) در ماهی کپور معمولی سواحل خزر. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۳- روزبهی، معصومه. ۱۳۸۶. بررسی تعیین تراکم و تنوع ماکروفون های سواحل سنگی جنوب جزیره قشم. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- ۴- علمی سرابی، ماهان. ۱۳۸۱. بررسی آلودگی های نفتی و فلزات سنگین بر روی آب و رسوبات مناطق جزر و مدی آبهای خلیج فارس (منطقه سلخ). دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد.

۵- اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استانداردهای محیط زیست، انتشارات نقش

مهر، تهران، ایران

۶- جغرافیای جزایر ایرانی خلیج فارس، ۱۳۸۲. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

منابع لاتین:

1. Aspholm, O., Hylland, K., 1998. Metallothionein in green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) as a biomarker for metal exposure. *Marine Environmental Research* 46 (1–5), 537–540.
2. Au, D.W.T., Lee, C.Y., Chan, K.L., Wu, R.S.S., 2001. Reproductive impairment of sea urchin upon chronic exposure to cadmium. Part I: effects on gamete quality. *Environmental Pollution* 111, 1–9.
3. Black, R. M., (1973). *The Elements of Palaeontology*, 3rd impression. Cambridge University Press, 340pp. (Chapter 9 deals with Echinoids).
4. Barnes, Robert D. (1982). *Invertebrate Zoology*. Philadelphia, PA: Holt-Saunders International. pp. 961-981.
5. Baumiller, T. K. (2008). "Crinoid Ecological Morphology". *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 36: 221–249.
6. Bohn, A., 1979. Trace metals in fucoid algae and purple sea urchins near a high Arctic lead/zinc ore deposit. *Marine Pollution Bulletin* 10, 325–327.
7. Clark, A. M., (1968). *Starfishes and their relations*, 2nd edition. Trustees of the British Museum (Natural History), 120pp nickel
8. Clarkson, E. N. K. (1993). *Invertebrate Palaeontology and Evolution*, 3rd edition. Chapman & Hall, 434pp. (Chapter 9 covers Echinoderms).
9. Dena Kleiman, "Scorned at Home, Maine Sea Urchin Is a Star in Japan", *New York Times*, October 3, 1990.

10. Emery, Claude, 1957-. The northern cod crisis. Ottawa : Library of Parliament, Research Branch, Political and Social Affairs Division, 1993. 26, 14 p. : ill. October 1992. Includes bibliographical references.
11. Geraci, F., Pinsino, A., Turturici, G., Savona, R., Giudice, G., Sconzo, G., 2004. Nickel, lead, and cadmium induce differential cellular responses in sea urchin embryos by activating the synthesis of different HSP70s. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 322, 873–877.
12. Gopalakrishnan, S., Thilagam, H., Raja, R.V., 2008. Comparison of heavy metal toxicity in life stages (spermioxicity, egg toxicity, embryotoxicity and larval toxicity) of *Hydroides elegans*. *Chemosphere* 71, 515–528.
13. Kobayashi, N., Okamura, H., 2005. Effects of heavy metals on sea urchin embryo development. Part 2. interactive toxic effects of heavy metals in synthetic mine effluents. *Chemosphere* 61, 1198–1203.
14. Muir, D., Braune, B., DeMarch, B., Norstrom, R., Wagemann, R., Lockhart, L., Hargrave, B., Bright, D., Addison, R., Payne, J., Reimer, K., 1999. Spatial and temporal trends and effects of contaminants in the Canadian Arctic
15. Nichols, D. (1969). *Echinoderms*, 4th (revised) edition. Hutchinson University Library, 192pp.
16. Paul, C.R.C and A.B. Smith (1984). "The early radiation and phylogeny of echinoderms". *Biol. Rev.* 59: 443–481.
17. Radenac, G., Fichet, D., Miramand, P., 2001. Bioaccumulation and toxicity of four dissolved metals in *Paracentrotus lividus* sea-urchin embryo. *Marine Environmental Research* 51, 151–166.
18. Rajakumar, CP., (2002) Studies on the echinoderm fauna of the Muttom and Colachel coasts (South West Coast of India) PhD Thesis, University of Kerala, India.
19. Rast, JP et al. (November 10, 2006). "Genomic insights into the immune system of the sea urchin". *Science* (314(5801)): 952-6.
20. Riek, R., Précheur, B., Wang, Y., Mackay, E.A., Wider, G., Güntert, P., Liu, A., Kügi, J.H.R., Wüthrich, K., 1999. NMR structure of the sea urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) methallothionein MTA. *Journal of Molecular Biology* 291, 417–428.
21. Slaughter, R.J, Beasley, DM, Lambie, BS. Schep, LJ. (2009). "New Zealand's venomous creatures". *N. Z. Med. J.* 122 (1290): 83–97.
22. Shrock, R. R. and Twenhofel W H (1953). *Principles of Invertebrate Paleontology*, 2nd edition. McGraw Hill International Series on the Earth Sciences, 816pp + xx, LCC 52-5341. (Chapter 14 covers Echinoderma).
23. Smith, A.B. (2006). "The pre-radial history of echinoderms". *Geological Journal* 40: 255–280.

24. Williamson, D. I. (2003). "The Origins of Larvae", xviii + 261 pp., Kluwer. Dordrecht. (Chaps 8–12 cover echinoderm larvae).

منابع اینترنتی:

1. [http://www fa.wikipedia.org](http://www.fa.wikipedia.org)
2. [http://www .wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
3. [http://www .daneshnameh.roshd.ir](http://www.daneshnameh.roshd.ir)
4. <http://www.nhm.ac.uk>
5. http://web.archive.org/web/20080123224702/http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especies/species/species_seaOtter_e.asp
6. <http://www.smh.com.au/articles/2004/11/08/1099781322260.html?from=storylhs>
7. www.enchantedlearning.com
8. [://www.cals.ncsu.edu](http://www.cals.ncsu.edu)
9. <http://www.sms.si.edu>

Assessment of seawater pollution by heavy metals (lead & Cadmium) in the Qeshm rocky shore: use of the sea urchin, *Echinometra mathaei* , as a bioindicator

Elahe ali asgari

Abstract

The general purpose of this study is investigating the degree of heavy metal accumulation in hard and soft tissue of sea urchin, and determining these tissues as the most suitable bioindicator for lead and cadmium in the environment of the sampling stations. The way of doing this assessment was MOOPAM. Samples were prepared and classified according to sea urchin organ (soft tissue, hard tissue, Tube feet, Test, Lantern Structure and spines) and then lead and cadmium were measured in them. Result of this study shows that hard tissue is a better index of lead and cadmium than soft tissue. The result of bioaccumulation of lead in the related tissue was found to be in the following order:

Soft tissue=21, hard tissue=28.1, Test=20.8, Lantern Structure=20.5 and spines=23.9

The result of bioaccumulation of cadmium in the related tissue was found to be in the following order:

Soft tissue=9.7, hard tissue=5.01, Test=4.2, Lantern Structure=4.06 and spines=5.53

Key words: pollution, different part of sea urchin organ, lead, cadmium, rocky shore